

- Е. В. Счастливая, В. В. Тричик // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2020. – № 1: Строительство и архитектура. – С. 147–152.
9. Тур, Э. А. Комплексные научные исследования руин усадьбы «Наднёман» в д. Наднёман Узденского района Минской области как объекта историко-культурного наследия / Э. А. Тур, С. В. Басов, Е. В. Счастливая, В. В. Тричик // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2021. – № 1: Технические науки (строительство, машиностроение, геоэкология), экономические науки. – С. 33–38.
10. Тур, Э. А. К вопросу о сохранении объектов историко-культурного наследия в г. Бресте / Э. А. Тур, С. В. Басов // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2018. – № 1: Строительство и архитектура. – С. 17–21.

УДК 556.048

**АНТРОПОГЕННАЯ НАГРУЗКА НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ
НУРА-САРЫСУСКОГО ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАСЕЙНА
КАЗАХСТАНА**

А. А. Турсунова¹, М. Ж. Хазирова²

¹Институт географии, Алматы, Казахстан, ais.tursun@bk.ru

²Казахский Национальный Аграрный Исследовательский университет, Алматы, Казахстан, moldir_hazirova93@mail.ru

Аннотация

В статье рассматривается основной фактор, влияющий на водные ресурсы, – безвозвратное водопотребление в руслах основных рек Нура-Сарысуского бассейна. Была выполнена оценка влияния водопотребления на речной сток путем сопоставления имеющихся в данном регионе водных ресурсов с объемами используемой воды по так называемому критерию нагрузки для водохозяйственного бассейна.

Ключевые слова: водные ресурсы, антропогенные изменения, водопотребление, метод гидрологической аналогии, метод водного баланса, антропогенная нагрузка.

**ANTHROPOGENIC PRESSURE ON WATER RESOURCES
NURA-SARYSU WATER BASIN OF KAZAKHSTAN**

A. A. Tursunova, M. Zh. Khazirova

Abstract

The article considers the main factor affecting water resources – irrevocable water consumption in the beds of the main rivers of the Nur-Sarysu basin. The impact of water consumption on river runoff was assessed by comparing the water resources available in this region with the volumes of water used according to the so-called load criterion for a water basin.

Keywords: water resources, anthropogenic changes, water consumption, method of hydrological analogy, method of water balance, anthropogenic load.

Введение

Надежная количественная оценка антропогенного изменения речного стока представляет из себя одну из сложнейших задач современной гидрологии. Проблема особо актуальна для нашей страны со слабой сетью наблюдений за стоком рек, и ненадежностью данных о водозаборах и сбросах вод в природные водные объекты. Нередки случаи даже полного отсутствия таковых данных, не говоря уже сведений, характеризующих время, масштабы и интенсивность проведения в пределах водосборов хозяйственных мероприятий.

Нура-Сарысуйский водохозяйственный бассейн включает в себя бассейны рек Нура и Сарысу. Площадь Нура-Сарысуйского водохозяйственного бассейна (далее ВХБ) составляет 290210 км², в том числе Акмолинская область – 16028,8 км², Карагандинская область – 264616 км², Кызылординская область – 4655 км², Южно-Казахстанская область – 491 км² [1].

В бассейне реки Нура насчитывается 21 водохранилище. Суммарная полная емкость водохранилищ комплексного назначения и водохранилищ целевого назначения по проекту составляет 910,4 млн. м³, суммарная полезная емкость – 585,62 млн. м³. Площадь водного зеркала водохранилищ составляет 162,58 км². В бассейне реки Сарысу насчитывается 11 водохранилищ. Суммарная полная емкость водохранилищ комплексного назначения и водохранилищ целевого назначения по проекту составляет 502,11 млн. м³, суммарная полезная емкость – 472,39 млн. м³. Площадь водного зеркала водохранилищ составляет 87,37 км².

В связи с переброской стока р. Ертыс по каналу Иртыш-Караганда им. К. И. Сатпаева в бассейне р. Нура в фактических условиях речной сток больше чем климатический. Данное увеличение хорошо отражается в створах, расположенных по длине р. Нура. В бассейне р. Сарысу осуществляется переброска Ертысской воды от р. Нура по каналу Нура-Сарысу, тем не менее наблюдается незначительное уменьшение стока за счет антропогенного влияния [15].

Под влиянием промышленных зон Карагандинской области наблюдается снижение качества воды. На территории бассейнов Нура-Сарысу выделяются участки, имеющие высокий уровень антропогенного загрязнения: река Нура ниже Самаркандского водохранилища; река Шерубайнура от г. Шахтинск до устья; река Соқыр от Карагандинских очистных сооружений до устья; река Кокпекты от р. Солонки до устья; река Каракенгир от Кенгирского водохранилища до устья; река Жезды ниже сброса очистных сооружений г. Сатпаева. Загрязнение вызвано преимущественно точечными источниками – коммунальные и промышленные стоки городов Караганда, Темиртау, Шахтинск, Жезказган и Сатпаев. Основными предприятиями, оказывающими вредное влияние на изменение качества, Нура-Сарысуских водных ресурсов являются: ОАО «Водоканал», предприятия энергетики, угольной промышленности, ОАО «Испат-Кармет», ХМЗ ЗАО «Алаш», предприятия

корпорации «Казахмыс», ТОО «Trans Oil». Сбросы в поверхностные водоемы осуществляют 12 водопользователей по 16 водовыпускам [2, 3].

Материалы и методы. В настоящее время при определении изменения количественных характеристик водных ресурсов широко используется понятие «водный стресс» или коэффициент использования водных ресурсов. Водный стресс (water stress) определяется соотношением забора воды из поверхностных водных источников к доступным возобновляемым водным ресурсам [4-9]. Коэффициент использования водных ресурсов, который нашел применение в работах ученых РФ и бывших союзных республик [10-11], рассчитывается как отношение объема водопотребления к водным ресурсам соответствующей обеспеченности.

Для оценки антропогенной нагрузки разработана методика, основанная на комплексном применении разнообразных приемов, с детальным изучением состояния безвозвратного водопотребления в отраслях экономики, которые в целом можно объединить в две группы [12-14]:

1) статистические методы – в основе которых лежит совместный анализ многолетних колебаний стока и естественных факторов, а также динамики хозяйственной деятельности в бассейне; Восстановленные ряды сравниваются с фактическими и на основе этого выявляется и оценивается изменение речного стока, вызванное хозяйственной деятельностью.

2) воднобалансовый метод – расчеты выполняются на основе данных по учету использования воды и изменений элементов водного баланса в бассейне реки в результате воздействия каждого вида хозяйственной деятельности в отдельности. *К методам второй группы* отнесены те методы и приемы исследования, которые предусматривают отдельный учет каждого вида хозяйственной деятельности. В основе этого лежит анализ изменения элементов водного баланса под влиянием хозяйственной деятельности с применением принципа сохранения водных масс, выражаемого уравнением водного баланса.

Результаты и обсуждение. Оценка антропогенных нагрузок на водные ресурсы. В данной работе мы было сделано предположение, что будет принята ориентировочная оценка безвозвратного водопотребления, дифференцировали их по отраслям экономики, что позволило бы в дальнейшем получить относительно надежные сценарии перспективного влияния антропогенных нагрузок на водные ресурсы.

На первом этапе проведена оценка антропогенного изменения речного стока по основным опорным пунктам наблюдений на основе метода гидрологической аналогии. Метод дает вполне надежные результаты, хотя они представляют из себя интегральные значения изменений и ограничены для оценки роли отдельных отраслей или видов хозяйственной деятельности. Эти результаты как наиболее надежные будут использованы в качестве контролирующих материалов при дальнейшей детализации антропогенных изменений [12-14].

Результаты дают ясное представление о преобразованиях всех главных элементов водного баланса по воздействию хозяйственной деятельности. Здесь удастся четко определить роль русловых изменений и изменений притока воды

(боковой приток) с участка. Таким образом, имея оценки по опорным гидростворам с одной стороны, и оценки полученные на основе руслового водного баланса с другой, имеем более полное представление об антропогенных преобразованиях стока по ВХУ и ВХБ (таблица 1).

Сопоставление имеющихся данных по водозаборах и результатов антропогенного изменения речного стока по ВХУ дает возможность приближенно оценить величины безвозвратного водопотребления в каждом регионе и соотношения между объемами безвозвратного и полного водопотребления. Как уже указывалось выше, полученные таким образом данные по величинам безвозвратного водопотребления крайне ориентировочны, тем не менее можно отметить некоторые закономерности в величинах указанных соотношений, которые по регионам изменяются в очень больших пределах в зависимости от структуры водопотребления и климатических условий.

Таблица 1 – Антропогенные изменения стока основных рек Нура-Сарысуский ВХБ РК

| № п/п | Река-пункт | Сток, млн.м3 | | Изменения, млн.м3 | В % от ест.-восст. Стока |
|-------|--|--------------|-------|-------------------|--------------------------|
| | | Ест.-восст. | Факт. | | |
| 1 | р. Нура - с. Сергиопольское (ж.д. ст. Балыкты) | 218 | 297 | 79,50 | 36,5 |
| 2 | р. Нура - с. Романовское (Романовка) | 654 | 676 | 21,90 | 3,3 |
| 3 | р.Сарысу - раз. №189 | 45 | 43 | -1,48 | -3,3 |

Выполненные оценки величин нагрузки на водные ресурсы, а также совместный анализ их с данными о водопользовании позволяют дать анализ состояния использования водных ресурсов в каждом административном районе. Однако, по объективным причинам, оценить непосредственно к какому ресурсу района отнести то или иное водопользование невозможно. Как отмечали [12-14], при оценке и прогнозе возобновляемых ресурсов речного стока, что для любой административной территории (в данном случае для административных районов РК), в зависимости от его географического расположения, ресурсы речного стока состоят из набора нескольких характеристик (местного стока, притока вод, общих ресурсов, оттока вод, транзитный сток и пр.). И в каждом случае число характеристик может существенно различаться. Спрос к воде, несмотря на изначальное формирование на уровне административных районов, распределяется обычно исходя из общего водохозяйственного баланса, на уровне ВХБ, далее ВХУ.

Многие ученые водной отрасли стран СНГ широко пользуются классификацию по коэффициенту использования $K_{исп}$ или нагрузки на водные ресурсы. Так, согласно исследованиям [10-14] для анализа состояния антропогенного изменения в любом регионе мира может быть применена следующая классификация.

I категория: $K_{исп} < 10\%$ — низкая нагрузка на водные ресурсы.

II категория: $K_{исп} = 10-20\%$ — умеренная нагрузка на водные ресурсы.

III категория: Кисп = 20-40 % — высокая нагрузка на водные ресурсы.

IV категория: Кисп = 40-60 % — очень высокая нагрузка на водные ресурсы.

V категория: Кисп > 60 % — критически высокая нагрузка.

Согласно нашим оценкам, средние по территориям ВХБ РК величины антропогенной нагрузки на суммарные водные ресурсы в средние по водности годы доходят до 62,8 %, в маловодные – до 69,6 % (таблица 2). Под местными ресурсами подразумевается речной сток непосредственно ежегодно возобновляемый речной сток на территории, а в суммарном ресурсе учтены также притоки из сопредельных участков и фактические межбассейновые переброски речного стока.

Нагрузка на суммарные ресурсы как маловодные, так и в средние по водности годы выше 60 %, что согласно вышеприведенной классификации считается критически высокая нагрузка, требует обратить внимание на меры регулирования предложения и спроса на воду.

Нагрузка на водные ресурсы в бассейне является критически высокой (категория V). Местных водных ресурсов бассейна недостаточно для водопотребления и использования, что необходимо учитывать при планировании водохозяйственных мероприятий. В различные по водности годы для обеспечения потребностей водой необходимое количество воды используется только за счет переброски стока по каналу Ертіс-Караганда, о чем свидетельствуют данные приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Нагрузка на речной сток относительно суммарных и местных водных ресурсов в различные по водности годы по Нура-Сарысускому ВХБ

| ВХБ | Водные ресурсы, млн.м ³ /год | | | | Нагрузка на водные ресурсы, % | | | | | | | |
|-----------------|---|-------------------|------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|------|-------------------|-------------------------|--------------------|------|-------------------|
| | Среднее по водности год | | Маловодный год (P=75%) | | Среднее по водности год | | | | Маловодный год (P=75 %) | | | |
| | W _{мест.} | W _{сум.} | W _{мест.} | W _{сум.} | Мест. | К _{мест.} | Сум. | К _{сум.} | Мест. | К _{мест.} | Сум. | К _{сум.} |
| Нура-Сарысуский | 1297 | 1997* | 596 | 1296* | 142 | V | 92 | V | 310 | V | 143 | V |

Примечание: * - суммарные ресурсы с учетом фактической межбассейновой переброски речного стока

Выводы и рекомендации. Выполнена оценка антропогенной нагрузки на водные ресурсы в разрезе Нура-Сарысуского ВХБ Республики Казахстан. Для оценки разработана методика, основанная на комплексном применении методов гидрологической аналогии, водного баланса и способа определения безвозвратного водопотребления по отраслям экономики. Оценка антропогенной нагрузки на водные ресурсы по водохозяйственному и административному делениям, с применением комплексного методического подхода и анализа для территории Казахстана выполняется впервые.

Согласно результатам, по сравнению с другими бассейнами Казахстана, один из одних, наибольших антропогенного испытывающим нагрузку на водные ресурсы с существенным влиянием осуществляется в Нура-Сарысуском

водохозяйственном бассейне, что вполне соответствует уровню освоения водных ресурсов на территории Казахстана [12-14].

При превышении использования 60 % имеющихся ресурсов (V), дефицит водных ресурсов становится критическим фактором развития экономики и жизнедеятельности.

Для целей планирования дальнейшего дополнительного освоения водных ресурсов или других водохозяйственных планов, считаем необходимым учитывать современное состояние антропогенного влияния, а также нормирование антропогенной нагрузки на водные ресурсы, к сожалению до сих пор в нашей стране нет четких нормативно-регламентирующих руководств уровня нагрузки на водные ресурсы.

Список использованных источников

1. Гальперин, Р. И. Материалы по гидрографии Казахстана. Части 1, 2, 3. Алматы : КазНУ им. аль-Фараби, 1997. – 90 с.
2. Данбаев, Б. З. Краткий обзор Нура-Сарысуского водного бассейна. Нура-Сарысуское БВУ.
3. Турсунова А. А., Махмудова Л. К., Хазирова М. Ж., Жарылқасын А., Нұра-Сарысу су шаруашылығы алабының өзекті мәселелері // Материалы Международной научно-практической конференции «Безопасность воды: проблемы и решения», посвященной 60-летию ассоциированного профессора к.с.-х.н., Махамбетовой Р. К., 29 апреля, 2022 г. Актау, Республика Казахстан. – С. 62–66.
4. Данилов-Данильян В. И., Лосев К. С. Потребление воды: экологические, экономические, социальные и политические аспекты. – М. : Наука, 2006. – 221 с.
5. Global water: issues and insights / Ed. R.Q. Grafton, P. Wyrwoll, C. White, D. Allendes. – Canberra: ANU Press, 2014. – 239 p.
6. McLellan R., Iyengar L., Jeffries B., Oerlemans N. WWF. Living Planet Report 2014:species and spaces, people and places. – Gland: WWF, 2014. – 176 p.
7. Водные ресурсы России и их использование. – СПб, 2008. – 600 с.
8. Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия / под. ред. Коронкевича Н. И., Зайцевой И. С. – М. : Наука, 2003. – 367 с.
9. Воскресенский, К. П. Ресурсы поверхностных вод СССР и их изменение под влиянием хозяйственной деятельности / К. П. Воскресенский, А. А. Соколов, И. А. Шикломанов // Водные ресурсы. – 1974. – № 2. – С. 33–58.
10. Шикломанов, И. А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. – Л. : Гидрометеиздат, 1989. – 335 с.
11. Shiklomanov I. A. Water resources as a challenges of the twenty-first century. Tenth WMO lecture / WMO. – 2004. – № 959. – P. 13–146.
12. S. Alimkulov, A. Tursunova, A. Saparova, K. Kulebaev, A. Zagidullina, A. Myrzahmetov “Resources of River Runoff of Kazakhstan” International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), Volume-8 Issue-6, August 2019, P. 2242-2250.
13. R. Medeu, S. K. Alimkulov, A. A. Tursunova, A. B. Myrzakhmetov, A. A. Saparova, G. R. Baspakova , K. M. Kulebayev Anthropogenic load on water

resources of Kazakhstan EurAsian Journal of BioSciences Eurasia J Biosci 14, 301-307 (2020).

14. Медеу, А. Р. Антропогенная нагрузка на водные ресурсы / А. Р. Медеу, С. К. Алимкулов, А. А. Турсунова // Материалы Международной конференции, посвященной 70 летнему юбилею Б. М. Койбакова академика КАСХН, д.с-х.н. «Климат и водные ресурсы: мелиорация и экология», посвященной 70 летнему юбилею Б. М. Койбакова академика КАСХН, д.с-х.н., 2022 г. Тараз, Республика Казахстан. – С. 25–32.
15. Moldakhmetov M. M., Makhmudova L. K., Chigrinets A. G. Evaluation of the water resources of the rivers in North, Central and Eastern Kazakhstan, based forecasting meteorological characteristics // Materials of international Conference «Science: Integrating Theory and Practice». February 23-24, 2014. ICET, Bozeman, MT, USA, 2014. – P. 281–284.

УДК 551.4

ЭКОЛО-ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ УРБАНИЗАЦИИ АРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

В. Зд. Хилимонюк¹, И. В. Чеснокова²

¹МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва, РФ, wandahs@gmail.com

²ИВП РАН, Москва, РФ, ichesn@rambler.ru

Аннотация

На основе проведенных исследований, обобщения материалов и имеющихся данных, авторами выполнена оценка эколого-геокриологических последствий состояния континентальной части Арктической зоны РФ. Эколого-геокриологические последствия на урбанизированных территориях рассмотрены для трех групп субъектов РФ, различающихся набором ведущих геокриологических процессов и степенью возможного экономического ущерба от их активизации в связи с климатическими изменениями.

Ключевые слова: арктическая зона, антропогенная нагрузка, криолитозона, урбанизированная территория, экологические последствия.

ECOLOGICAL AND GEOCRYOLOGICAL CONSEQUENCES OF URBANIZATION OF THE ARCTIC TERRITORIES

V. Zd. Khilimonyuk, I. V. Chesnokova

Abstract

The authors assessed the ecological and geocryological consequences of the state of the continental part of the Arctic zone of the Russian Federation on the basis of the conducted studies, generalization of materials and available data. Ecological and geocryological consequences in urban areas are considered for three groups of subjects of the Russian Federation, which differ in the set of leading geocryological processes and the degree of possible economic damage from their activation due to climate change.

Keywords: arctic zone, anthropogenic load, permafrost zone, urbanized area, environmental consequences.