

Дифференциация водопользования на территории Тихоокеанской России: структура, тенденции и загрязняющий эффект

Лариса Вячеславовна ГОРБАТЕНКО

кандидат географических наук, научный сотрудник

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

glv@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2839-3371>

Аннотация. Рассматриваются особенности водопользования на территории Тихоокеанской России на основе обобщенных статистических данных. Оценивается современное состояние и динамика водопотребления и его структуры. Для оценки нагрузки на водную среду использованы показатели забора, использования воды, сброса сточных вод и загрязняющих веществ в их составе. Показано, что в структуре забора воды преобладают поверхностные водоисточники, доля водопотребления на производственные нужды в зависимости от субъекта РФ значительно различается. В целом по региону объемы забора воды и последующего ее использования снижаются, темпы этого снижения в отдельных административных субъектах различны. Структура использования воды по видам экономической деятельности в регионе зависит от структуры экономики, в отдельных субъектах преобладает доля воды, использованной для производства электроэнергии и для теплоснабжения. Доля использования водных ресурсов региона составляет менее 1 % их общего объема, а основную антропогенную нагрузку водные объекты испытывают в результате сброса в них загрязняющих веществ. Для оценки загрязняющего воздействия использован индекс загрязнения сточных вод, рассчитанный как объем воды, требующийся для разбавления сточных вод до уровня предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ водоемов рыбохозяйственного назначения. Отмечается, что в регионе увеличивается мощность очистных сооружений, а объемы сброса загрязняющих веществ снижаются; эффективность очистки сточных вод существенно различается в зависимости от территории. Показатели водоемкости отдельных видов экономической деятельности значительно различаются. Результаты проведенного исследования могут быть использованы для выработки региональной политики в сфере охраны вод.

Ключевые слова: водопользование, индекс загрязнения, эффективность очистки, динамика, территориальная структура, водоемкие отрасли

Для цитирования: Горбатенко Л.В. Дифференциация водопользования на территории Тихоокеанской России: структура, тенденции и загрязняющий эффект // Тихоокеанская география. 2023. № 3. С. 56–65. https://doi.org/10.35735/26870509_2023_15_5.

Differentiation of water use on the territory of Pacific Russia: structure, trends and polluting effect

Larisa V. GORBATENKO

Candidate of Geographical Sciences, Research associate
Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia
glv@tigdvo.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2839-3371>

Abstract. The features of water resources use on the territory of Pacific Russia are considered on the basis of generalized statistical data. The current state and dynamics of water consumption and its structure are analyzed. To assess the load on the aquatic environment, the indicators of water intake, use, discharge of wastewaters and pollutants in their composition, treatment efficiency were used. It is shown that surface water sources prevail in the structure of water intake, and a share of water consumption for industrial needs varies significantly depending on the subject of the Russian Federation. In the whole region, the volumes of water intake and its subsequent use are declining, the rates of this decline in certain administrative units are different. The structure of water use by type of economic activity in the region depends on the structure of the economy; in some regions, the share of water used for electricity generation and heat supply prevails. Since the region has sufficient water resources, and the share of their use is less than 1%, water bodies experience the main anthropogenic load as a result of the discharge of pollutants into them. To assess the polluting impact, the wastewater pollution index was used, calculated as the volume of water required to dilute wastewater to the level of maximum permissible concentrations of pollutants in fishery reservoirs. It is noted that the capacity of treatment facilities is increasing in the region, and the volume of pollutant discharges is decreasing. In 2020, the total water intensity of the region's economy (water withdrawal per 1,000 rubles of GRP) amounted to 0.32 m³, which is significantly lower than the same value for the Russian Federation; as compared with certain federal subjects, the value of this indicator varies up to 4 times. The current state of water use on the territory of Pacific Russia generally reflects the peculiarities of the region's economy, the structure and specifics of its individual industries. The conducted small-scale study makes it possible to consider this huge region in terms of the degree of impact on water resources. It can be used to develop a relevant regional policy in the field of water protection as well.

Keywords: water use, pollution index, water treatment efficiency, dynamics, spatial structure, water-intensive industries

For citation: Gorbatenko L.V. Differentiation of water use on the territory of Pacific Russia: structure, trends and polluting effect. *Pacific Geography*. 2023;(3):56-65. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2023_15_5.

Введение

Одна из целей управления водохозяйственным комплексом, как и всей системой водопользования, заключается в сохранении природной среды и неистощительном отношении к ее запасам. Водопользование, в процессе которого осуществляется забор природных вод, их использование и последующий сброс в поверхностные водные объекты, влияет на запасы водных ресурсов, а также является одним из элементов общего

механизма формирования качества природных вод. Сброс сточных вод в водные объекты считается экономически целесообразным, так как эксплуатация их природной разбавляющей способности не является затратной [1]. Однако в случае длительного и сильного загрязняющего воздействия в отдельных случаях могут сформироваться очаги локального накопленного экологического ущерба, представляющие собой значительно загрязненные участки водотоков или иных водных объектов.

Исследования, в которых были бы обобщены данные о динамике, структуре водопользования для территории Тихоокеанской России (приморские субъекты РФ территории Дальнего Востока), немногочисленны [2–4], практически отсутствуют оценки загрязняющего воздействия на водную среду региона. Между тем для такой огромной территории, темпы экономического развития которой в процессе реализации Стратегии социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона будут повышаться, подобные оценки являются весьма актуальными. Постоянный мониторинг показателей водопользования дает возможность его пространственно-временного анализа с точки зрения масштаба, эффективности и рациональности, а также позволяет получить косвенную характеристику общей экологической ситуации, сложившейся в регионе. Оценка тенденций водопотребления важна для стратегического прогноза потребностей в воде как для отдельных видов экономической деятельности, так и для различных территорий [5, 6]. Это обусловило цель исследования, которая заключается в комплексной оценке пространственной, отраслевой структуры и динамики водопользования, включая территориальную дифференциацию его общего загрязняющего эффекта.

Материалы и методы

Рассматриваемый регион обладает достаточными водными ресурсами, в отличие от многих территорий европейской части страны, где одной из основных проблем водопользования является распределение воды между потребителями [7], доля их использования составляет менее 1 % от их общего объема. Поэтому значительное внимание в статье уделяется загрязняющему эффекту водопользования, который является серьезной угрозой для водных ресурсов на большей части территории суши, в том числе России [8].

Современное состояние водопользования Тихоокеанской России рассматривалось по данным за 2020 г. Для интегральной оценки загрязняющего воздействия в процессе использования воды определялся индекс загрязнения сточных вод (ИЗС) [9, 10]. Он рассчитывался через величину кратности разбавления, т.е. как суммарный объем воды, требуемой для разбавления концентрации каждого загрязняющего вещества в сточных водах до уровня ПДК водоемов рыбохозяйственного назначения.

Использованы обобщенные данные информационной системы государственного мониторинга водных объектов Российской Федерации (gmvo.skniivh.ru). Показатели водоемкости экономики и отдельных ее отраслей рассчитывались с использованием данных Росстата по объему отгруженных товаров, выполненных работ и услуг по видам экономической деятельности в фактически действовавших ценах. Тихоокеанская Россия рассматривалась в составе шести приморских субъектов РФ: Чукотского автономного округа, Магаданской, Сахалинской областей, Камчатского, Хабаровского и Приморского краев, т.е. приморских (прибрежных) административно-территориальных образований.

Результаты и обсуждение

Спрос на воду и специфика ее использования определяются общей экономической ситуацией, а также конкретной структурой экономики, влияющей на характеристики водопользования. В целом рассматриваемая территория занимает площадь около 2.7 млн км², в 2020 г. численность ее населения составляла 4.2 млн чел., валовый реги-

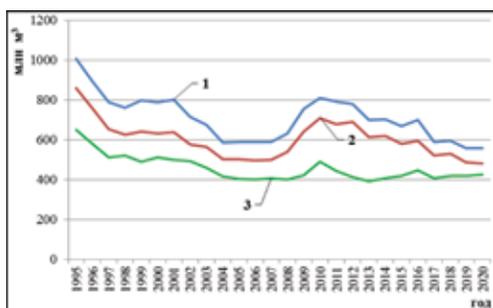
ональный продукт (ВРП) – 3.66 трлн руб., в целом было произведено 30.4 млрд кВт/ч электроэнергии. Как и на всем Дальнем Востоке, здесь выделяются северная и южная социально-экономические зоны со значительно дифференцированными показателями развития [11]. В южной зоне, в которую входят Приморский и Хабаровский края, территориально-отраслевая структура экономики региона характеризуется сравнительно высокой долей обрабатывающих и обслуживающих отраслей. В северной зоне в структуре экономики выделяются добывающие виды деятельности, производство энергии, газа, пара и горячей воды [12].

В первую тройку субъектов РФ по численности населения, ВРП, производству электроэнергии входят Приморский, Хабаровский края и Сахалинская область, при этом по объему ВРП Сахалинская область опережает Хабаровский край. В структуре промышленности ведущая роль принадлежит обрабатывающим производствам и добыче полезных ископаемых. Доля в ВРП отдельных субъектов РФ таких водоемких отраслей промышленного производства, как «обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха», составляет от 2 % (Сахалинская область) до 18 % (Приморский край); доля отрасли «водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений» – 1–2 %. Наиболее упрощенная структура обрабатывающих отраслей – в Чукотской автономной области (ЧАО).

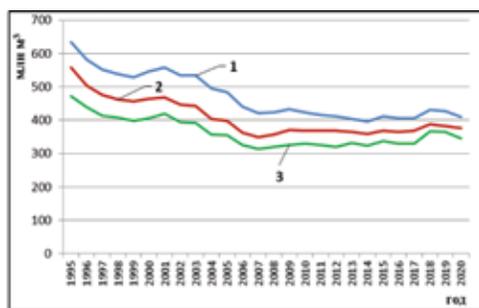
Общий забор воды из природных водоисточников в рассматриваемом регионе в 2020 г. составил 1.39 км³, это всего 2 % от общего забора по РФ; объем использования воды – 1.23 км³. Характерной особенностью территории является использование во всех административных субъектах, за исключением Магаданской области, морской воды в различных объемах (самый высокий – в Приморском крае) в основном для нужд энергетики, а также нефтедобывающих предприятий, например, в Сахалинской области. В структуре забора, как и в целом по РФ, преобладают поверхностные водоисточники, их доля по многолетним данным практически не изменяется.

В целом по региону доля пресной воды, использованной на производственные нужды, составляет 59 %, по отдельным субъектам РФ она изменяется от 81 и 79 % в Магаданской области и ЧАО и до 38 и 50 % в Приморском крае и Сахалинской области. В Приморском крае эта доля снижена за счет большого объема использования воды в сельском хозяйстве (на орошение риса), в Сахалинской области – за счет потребления воды на нужды сельскохозяйственного водоснабжения. Именно в Сахалинской области наиболее разнообразна структура водопотребления за счет использования воды для прудового хозяйства, а также поддержания пластового давления при добыче полезных ископаемых. Оборотно-повторное водоснабжение применяется во всех субъектах РФ региона, в наибольших объемах – в Приморском, Хабаровском краях и Магаданской области (1 746, 1 542 и 406 млн м³ соответственно), где они в 4–5 раз превышают объемы использования свежей воды; менее всего – в Камчатском крае (10 млн м³). Доля безвозвратных потерь воды от общего ее забора в зависимости от территории различается в 3 раза и составляет от 16 % в Хабаровском крае до 48 % в Магаданской области, в среднем по региону – 23 %.

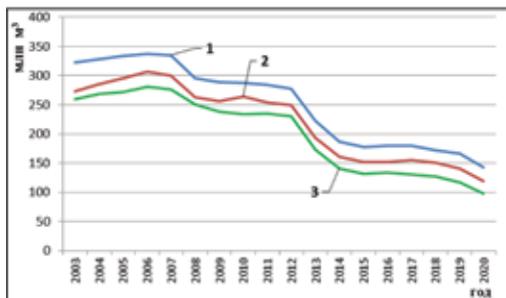
На рассматриваемой территории объемы забора воды и последующего ее использования снижаются, этот процесс начался после 1985–1990-х гг. во всех субъектах. С начала 2000-х гг. темпы снижения водопотребления (ВП) различны (рис. 1). Исключение составляет ЧАО, где за этот период объемы ВП изменялись в небольшом диапазоне – от 25 до 30 млн м³. В Приморском крае на фоне общего многолетнего снижения забор воды несколько лет повышался за счет увеличения объемов орошения (с 2008 по 2010 г.), но с 2011 г. ВП в крае неуклонно падает. К 2020 г. доля снижения в сравнении с началом 2000-х гг. составила около 15 % Магаданской области, более 25 % в Приморском, Хабаровском, Камчатском краях и более 50 % в Сахалинской области. Указанное снижение на фоне увеличения производства электроэнергии в Приморском, Хабаровском краях, Сахалинской и Магаданской областях происходило, вероятно, частично за счет уменьшения численности населения, увеличения доли измеренных приборами учета объемов потребленной воды.



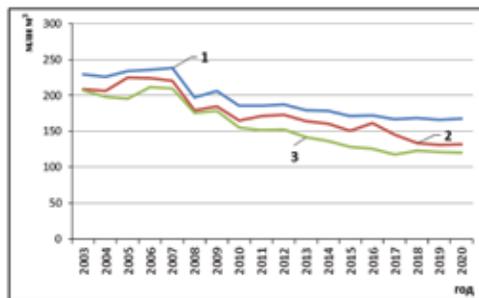
Приморский край



Хабаровский край



Сахалинская область



Камчатский край

Рис. 1. Забор (1), использование (2), сброс воды, всего (3), млн м³

Fig. 1. Water intake, use and discharge, mln m³

По объемам забора воды в 2020 г. административные субъекты ранжируются следующим образом: ЧАО – 24; Магаданская область – 84; Камчатский край – 168; Сахалинская область – 143; Хабаровский край – 410; Приморский край – 558 млн м³. На долю ЧАО и Магаданской области приходится около 9 % от общего объема использования воды в регионе, на Приморский и Хабаровский края – 70 %. При транспортировке в целом по региону теряется 11 % пресной воды¹, по отдельным субъектам эти потери составляют: от 2, 4 и 7 % в Магаданской области, ЧАО и Хабаровском краях, до 13 % в Камчатском и Приморском краях и 22 % в Сахалинской области. Потери при транспортировке составляют часть безвозвратных потерь воды, общий объем которых насчитывает 321 млн м³, или 30 % от объема забора.

В структуре забора и использования воды, отражающей возможное загрязняющее воздействие водопользования, преобладают отрасли по производству электроэнергии, теплоснабжению, водоснабжению, водоотведению и очистке сточных вод. Их доля в общих объемах составляет от 42 и 43 % в Магаданской и Сахалинской областях, до 60–89 % в остальных рассматриваемых субъектах РФ.

Всего по региону из общего объема сточных вод в 1.07 км³ 45 % сбрасываются загрязненными, из них 260 млн м³ без очистки; наиболее высока доля сточных вод, содержащих загрязняющие вещества (ЗВ), в Приморском и Хабаровском краях – 61 и 45 % соответственно. При этом мощность очистных сооружений во всех субъектах РФ региона превышает объем сбрасываемых загрязненных сточных вод. Ее увеличение является одной из общих тенденций, характеризующих водопользование Тихоокеанской России, более всего – в Приморском крае после 2010 г. (рис. 2а). Магаданская область по мощности

¹ Доля потерь при транспортировке именно пресной воды, циркулирующей в протяженных системах водоснабжения, адекватнее характеризует степень их износа.

очистных сооружений опережает Камчатский край, объемы водопотребления в котором значительно выше.

Средняя эффективность очистки загрязненных сточных вод, рассчитанная как доля нормативно очищенных сточных вод от всего их объема, прошедшего очистку, составляет 36 %; наименьшей она является в Хабаровском крае и Сахалинской области (9 и 12 %), наибольшей – в ЧАО и Магаданской области (97 и 89 %), в Камчатском и Приморском краях составляет 65 %. Объемы сброса загрязняющих веществ предприятиями региона, в частности, легкоокисляемых органических веществ, постепенно снижаются, это происходит во всех административных субъектах. Так, в Камчатском крае они снизились за период 2010–2020 гг. на 33 %, в Сахалинской области и Хабаровском крае – более чем в 2 раза (на 58 и 60 %), в Приморском крае, где динамика этого снижения выражена наиболее четко, – более чем в 4 раза (рис. 2б). Общее снижение объемов сброса ЗВ создает предпосылки для самоочищения поверхностных водотоков и вод морских акваторий от антропогенных загрязнений.

В 2020 г. всего в рассматриваемых субъектах РФ было сброшено 4.12 млн т загрязняющих веществ: в ЧАО, Магаданской и Сахалинской областях – от 1.3 до 8 тыс. т; в Камчатском и Хабаровском краях – от 11,4 до 13.6 тыс. т; в Приморском – 4.08 млн т. В Приморском, Камчатском краях и Сахалинской области подавляющую часть этих ЗВ составляли хлориды, находившиеся в использованной морской воде.

Состав сточных вод предприятий-водопользователей, осуществляющих производственную деятельность на территории региона, включает специфические (встречающиеся только в отдельных субъектах) ЗВ: жиры (города Владивосток, Бикин); кремний (г. Хабаровск, Камчатский край), таннины (г. Усурийск), титан (г. Хабаровск), вольфрам и молибден (Приморский край), роданиды (города Магадан, Хабаровск, а также ЧАО), ртуть (ЧАО), цианиды (ЧАО, Магаданская область, Хабаровский край). Более типичны для состава сточных вод такие ЗВ, как свинец (города Владивосток, Дальнегорск, Дальнереченск, Хабаровск, Комсомольск-на-Амуре), цинк (города Владивосток, Хабаровск, в меньшем объеме Магадан, Дальнегорск), медь, хром (города Магадан, Владивосток, Комсомольск-на-Амуре, Хабаровск), никель (города Владивосток, Арсеньев, Хабаровск). Среди наиболее опасных с точки зрения здоровья населения и экологического риска ЗВ в составе сточных вод сбрасываются ртуть (ЧАО) и кадмий (ЧАО, Магаданская область, Хабаровский и Приморский край). Наиболее разнообразный набор ЗВ характерен для Хабаровского края, в отдельные годы периода 2010–2020 гг. здесь сбрасывались такие специфические загрязнители, как дельта-метрин, капролактан, полиакриламид, акилсульфонаты.

Отмечено, что наибольшие объемы сброса загрязняющих веществ фиксируются в крупных городах [13, 14], где значительные объемы воды используются на производствен-

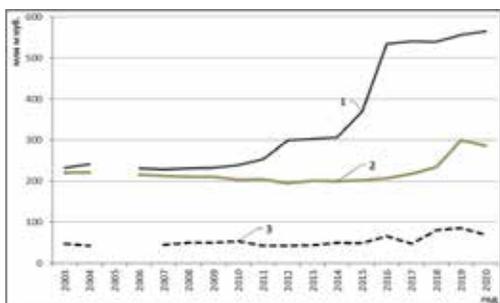


Рис. 2а. Мощность очистных сооружений, млн м³. 1 – Приморский край; 2 – Хабаровский край; 3 – Сахалинская область

Fig 2a. Capacity of treatment facilities, mln m³

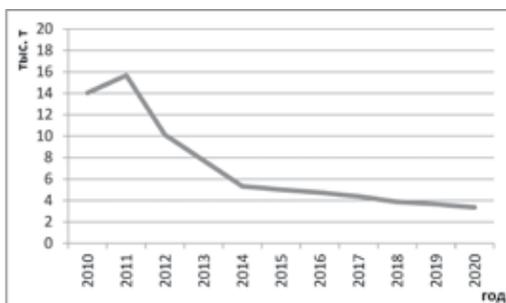


Рис. 2б. Динамика сброса БПКполн в Приморском крае
Fig. 2b. BOD total discharge dynamics in Primorsky Krai

ные нужды. На рассматриваемой территории водопользователями, расположенными в городах, в водные объекты сбрасывается до 95–100 % общего по региону объема некоторых ЗВ: в Магаданской и Сахалинской областях это весь объем АСПАВ² (города Магадан и Южно-Сахалинск); в Приморском крае – медь и свинец (города Владивосток, Находка, Уссурийск, Дальнегорск); в Магаданской области – фенолы, хром (г. Магадан) и др.

На разбавление ЗВ в составе сточных вод до нормативного качества (в данном исследовании – для рыбохозяйственных водоемов) требуется разное количество воды, т.к. сточные воды имеют различную их концентрацию. Общая кратность разбавления по отношению к объему загрязненных сточных вод наиболее велика для Камчатского края, Сахалинской области и ЧАО – 133, 138 и 117 раз соответственно. Больше всего воды для разбавления требуется для таких ЗВ, как органические вещества (по БПКполн) в ЧАО, Камчатском крае.

Расчет интегрального загрязняющего воздействия с использованием индекса загрязнения сточных вод (ИЗС) выполнен для каждого из рассматриваемых субъектов РФ (рис. 3). Значение ИЗС не пропорционально объемам использования воды. Так, в Приморском крае и ЧАО водопотребление различается в 20 раз, а ИЗС почти в 60, т.е. имеет место неравномерность и непропорциональность загрязняющего эффекта из-за более сложной структуры загрязняющих отраслей и состава их сточных вод с более разнообразным набором ЗВ различных классов опасности.



Рис. 3. Тихоокеанская Россия. Индексы загрязнения сточных вод, млн м³ в год (1 – до 1000; 2 – от 1000 до 5000; 3 – от 5000 до 10 000; 4 – более 10 000)

Fig. 3. Pacific Russia, wastewater pollution indices, mln m³ per year

Важными для оценки эффективности водопользования являются показатели водоемкости отдельных видов экономической деятельности. Эффективность использования водных ресурсов может оцениваться по отношению общего расхода воды к валовому внутреннему продукту (ВВП) или валовому региональному продукту (ВРП) [5]. По данным за 2020 г. общая водоемкость экономики региона (забор воды на 1 тыс. руб. ВРП) составила 0.32 м³, по отдельным субъектам: 0.11 и 0.19 м³ в Сахалинской области и ЧАО, 0.27 и 0.29 в Магаданской области и Приморском крае, 0.39 и 0.40 м³ в Хабаровском и Камчатском краях. Эти значения ниже общего для РФ показателя (0.65) [15]. Водоемкость отрасли по производству электроэнергии и теплоснабжению³ составляет в среднем по региону 3.1 м³ на 1 тыс. руб. По отдельным субъектам эта величина составляет: от 0.89 до 1.54 в Сахалинской, Магаданской областях и ЧАО; 3.56 и 3.57 в Хабаровском и Приморском краях; 4.84 в Камчатском крае. Подобные различия, предположительно, определяются структурой генерирующих мощностей в отдельных субъектах (тепловые, теплофикационные, атомные, альтернативные).

² Анионные синтетические поверхностно-активные вещества.

³ Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха.

В отрасли «водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений» водоемкость составляет от 10 в Сахалинской области до 16 м³ на 1 тыс. руб. в Камчатском, Хабаровском и Приморском краях. Исключение составляет ЧАО, где водоемкость равна 2.2 м³ на 1 тыс. руб. Столь низкое значение, возможно, зависит от соотношения потребностей в воде населения и предприятий, объемов централизованного водоснабжения в коммунальной и производственной сферах, а также тарифов на услуги.

Заключение

Проведенное исследование дает возможность определить территориальные особенности водопользования такого огромного региона, как Тихоокеанская Россия, характеризующегося неравномерностью социально-экономического развития и вследствие этого различными масштабами использования водных ресурсов.

Наиболее схожими по показателям водопользования (объемам, доле водоемких отраслей, загрязняющему эффекту) являются Приморский и Хабаровский края, где использование воды экономикой и населением наиболее значительно. Следующую группу, с меньшей интенсивностью водопользования, составляют Сахалинская область и Камчатский край. Группу с наименьшими объемами использования воды образуют Магаданская область и ЧАО. Различия в масштабах водопользования между первой и третьей группами (наименее и наиболее освоенными приморскими субъектами РФ) по объемам ВП составляют 10, по загрязняющему эффекту – 30 раз. Отраслевая структура водопотребления в каждой из групп различается, это касается также и показателей эффективности очистки сточных вод, водоемкости отдельных видов экономической деятельности. Отрасли по производству электроэнергии, теплоснабжению, водоснабжению, канализации и очистке сточных вод, составляя небольшую долю от ВРП региона, вносят значительный вклад в его общее водопотребление за счет своей водоемкости. Для всех приморских субъектов РФ характерно снижение водопотребления различными темпами. Возможно, эти тенденции смогут измениться в связи с созданием в регионе территорий опережающего развития, в результате деятельности которых создаются сотни новых производственных предприятий в различных экономических отраслях.

Полученные оценки, иллюстрирующие состояние водопользования Тихоокеанской России, являются частью его комплексного анализа и необходимы для разработки региональных мероприятий в сфере водного хозяйства и охраны водных ресурсов. Они позволяют в дальнейшем отслеживать динамику антропогенной нагрузки, оценивать эффективность водоохранных мероприятий и могут быть использованы при планировании развития территорий.

Благодарности. Работа выполнена частично при поддержке проекта Российского Фонда фундаментальных исследований 18-05-80006.

Acknowledgments. The study was partly supported by the project of Russian Fund of Fundamental Researches 18-05-80006.

Литература

1. Короткий Л.М. Бассейновая концепция: от гидрологии к природопользованию // География и природные ресурсы. 2017. № 2. С. 5–16.
2. Бортин Н.Н., Милаев В.М. Ресурсы пресных вод российского Дальнего Востока: состояние, проблемы, использование // Мелиорация и водное хозяйство. 2002. № 3. С. 13–21.
3. Демин А.П. Водохозяйственный комплекс России: понятие, состояние, проблемы // Водные ресурсы. 2010. № 37 (5). С. 617–632.

4. Никаноров В.А., Косолапов А.Е. Оценка водообеспеченности и нагрузки на поверхностные водные ресурсы регионов Российской Федерации // Водные ресурсы России: современное состояние и управление: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции: в 2-х т. Т. 1. Новочеркасск: Лик, 2018. С. 4–11.
5. Демин А.П., Зайцева А.В. Прогноз водопотребления в российской части бассейна Дона // Водные ресурсы. 2021, № 5 (48). С. 588–598.
6. Рыбкина И.Д. Территориальная организация водопользования в регионах верхней Оби: оценка и прогноз состояния, проблемы и перспективы развития // Известия АО РГО. 2020. № 2 (57). С. 6–20.
7. Лихацкая Е.А. Экономическая оценка водных ресурсов как инструмент рационализации водообеспечения стратегических программ социально-экономического развития регионов речного бассейна // Вестн. Алтайской Академии экономики и права. 2018. № 6. С. 125–129.
8. Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А., Георгиади А.Г., Долгов С.В., Зайцева И.С., Кашутина Е.А. Оценка антропогенных воздействий на водные ресурсы России // Вестн. РАН. 2019. Т. 89, № 6. С. 603–614
9. Яковлева Л.М., На Юн За Ю.Б. Территориальная оценка водноресурсного потенциала. Разноуровневый анализ. Владивосток: Дальнаука, 1999. 121 с.
10. Горбатенко Л.В. Геоэкологическая характеристика водопользования в трансграничном бассейне реки Амур: точечное загрязнение и качество вод // Вестн. ДВО РАН. 2018. № 2. С. 119–129.
11. Бакланов П.Я., Мошков А.В. Географическая дифференциация территориальных структур хозяйства в Тихоокеанской России // География и природные ресурсы. 2017. № 1. С. 5–15.
12. Мошков А.В. Факторы устойчивого развития территориально-отраслевой структуры регионов прибрежной зоны Тихоокеанской России // Регионалистика. 2019. № 6 (4). С. 14–31.
13. Горбатенко Л.В. Источники загрязняющего воздействия на водные ресурсы Приморского края: водопользование и трансграничный перенос // Геосистемы Северо-Восточной Азии: особенности их пространственно-временных структур, районирование территории и акватории. Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2019. С. 371–378.
14. Liu Xin-Cong, Zhanga Meng-Di, Zhoua Wei-Yu, Zhanga Jing, Deng Shi-Huai. A Path Analysis for Chemical Oxygen Demand and Ammonia Nitrogen Discharge from Industrial Sewage in China // Water Resources. 2020. N 47 (6). С. 1012–1019.
15. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2018 году». М.: НИИ-Природа, 2019. 290 с. Электронный ресурс. Режим доступа: https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennyye_doklady/gosudarstvennyu_doklad_o_sostoyanii_i_ispolzovanii_vodnykh_resursov_rossiyskoy_federatsii_v_2018_god/ (дата обращения: 17 мая 2023).

References

1. Korytny, L.M. The basin concept: from hydrology to nature management. *Geography and Natural Resources*. 2017, 38(2), 111-121. (In Russian)
2. Bortin, N.N.; Milaev, V.M. Resources of fresh waters of Russian Far East: status, problems, using. *Irrigation and Water Management*. 2002, 3, 13-21. (In Russian)
3. Demin, A.P. Water Management Complex of Russia: Concept, State of the Art, and Problems. *Water Resources*. 2010, 37(5), 617-632. (In Russian)
4. Nikanorov, V.A.; Kosolapov, A.E. Assessment of water supply and load on surface water resources in the regions of the Russian Federation. In *Water resources of Russia: current state and management. Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference*. Vol. I. Lik: Novocherkassk, Russia, 2018, 4-11. (In Russian)
5. Demin, A.P.; Zaitseva, A.V. Forecast of Water Consumption in the Russian Part of the Don Basin. *Water Resources*. 2021, 48(5), 588-598. (In Russian)
6. Rybkina, I.D. Territorial organization of water supply system in upper Ob regions: assessment and forecast of state, problems and prospects for development. *Bulletin AB RGS [Izvestiya AO RGO]*. 2020, 57(2), 6-20. (In Russian)
7. Likhatskaya, E. A. Economic assessment of water resources as a tool for rationalization of water supply for strategic programs of socio-economic development of the regions of river basin. *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*. 2018, 6, 125-129. (In Russian)
8. Koronkevich, N.I.; Barabanova, E.A.; Georgiadi, A.G.; Dolgov, S.V.; Zaitseva, I.S.; Kashutina, E.A. Assessment of anthropogenic impacts on water resources of Russia. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 2019, 89(6), 603–614. (In Russian)
9. Yakovleva, L.M.; Na Yun Za, Yu. B. Territorial assessment of water resources potential. Multi-levelz analysis. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 1999; 121 p. (In Russian)
10. Gorbatenko, L.V. Geoecological assessment of water using in the transboundary Amur River basin: point pollution and water quality. *Vestnik of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences*. 2018. 2, 119-129. (In Russian)
11. Baklanov, P.Y.; Moshkov, A.V. Geographical differentiation of territorial structures of the economy in Pacific Russia. *Geography and Natural Resources*. 2017, 38, 1, 5-15. (In Russian)
12. Moshkov, A.V. Factors of sustainable development of the territorial and sectoral structure of the regions in the coastal zone of Pacific Russia. *Regionalistika*. 2019, 6(4), 14-31. (In Russian)

13. Gorbatenko, L.V. The sources of pollution on water resources of the territory of Primorsky Krai: water using and transboundary transfer. In *Geosystems of North-East Asia: the particularities of their spatial-temporal structure, zoning of land and waters*. PGI FEB RAS: Vladivostok, Russia, 2019, 371-378. (In Russian)

14. Liua, Xin-Cong; Zhanga, Meng-Di; Zhoua, Wei-Yu; Zhanga, Jing; Deng, Shi-Huai. A Path Analysis for Chemical Oxygen Demand and Ammonia Nitrogen Discharge from Industrial Sewage in China. *Water Resources*. 2020, 47(6), 1012-1019.

15. State Report “On the State and Use of Water Resources of the Russian Federation in 2018». NIA-Priroda: Moscow, Russia, 2019; 290 p. Available online: https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/gosudarstvennyy_doklad_o_sostoyanii_i_ispolzovanii_vodnykh_resursov_rossiyskoy_federatsii_v_2018_god/. (accessed on 17 April 2023). (In Russian)

Статья поступила в редакцию 12.05.2023; одобрена после рецензирования 16.05.2023; принята к публикации 27.05.2023.

The article was submitted 12.05.2023; approved after reviewing 16.05.2023; accepted for publication 27.05.2023.

