

ПЯТЫЕ
ВИНОГРАДОВСКИЕ
ЧТЕНИЯ

Доклады международной научной
конференции памяти
выдающегося русского ученого
Юрия Борисовича Виноградова

ГИДРОЛОГИЯ В ЭПОХУ ПЕРЕМЕН

СБОРНИК



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



Санкт-Петербург
2023



Санкт-Петербургский государственный
университет

Сборник докладов международной научной
конференции памяти выдающегося русского
ученого Юрия Борисовича Виноградова

ПЯТЫЕ ВИНОГРАДОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

ГИДРОЛОГИЯ В ЭПОХУ ПЕРЕМЕН

Санкт-Петербург, 5–14 октября 2023 г.

Под редакцией О. М. Макарьевой, П. А. Никитиной

Санкт-Петербург
2023

УДК 556
ББК 26.22
С28

- С23 Сборник докладов международной научной конференции памяти выдающегося русского ученого Юрия Борисовича Виноградова «Пятые Виноградовские чтения. Гидрология в эпоху перемен» [Электронный ресурс]; Санкт-Петербург, 2023 год / под ред. О. М. Макарьевой, П. А. Никитиной. — СПб.: Изд-во ВВМ, 2023. — 689 с.

ISBN 978-5-9651-0730-8

Международная научная конференция «Пятые Виноградовские Чтения. Гидрология в эпоху перемен» памяти выдающегося русского ученого-гидролога Юрия Борисовича Виноградова проводится в Санкт-Петербургском государственном университете в 2023 году в пятый раз (2013, 2015, 2018, 2020). Она стала регулярной научной платформой для свободной дискуссии по проблемам развития гидрологии и поискам путей их преодоления, синтеза современных подходов в области изучения гидрологических процессов и их применения для решения фундаментальных и практических задач.

УДК 556
ББК 26.22

Book of proceedings of the international scientific conference in memory of the outstanding Russian scientist Yuri Vinogradov “Fifth Vinogradov Conference. Hydrology in the era of change” [Electronic resource]; St. Petersburg, 2023 / ed. O. M. Makarieva, P. A. Nikitina. — St. Petersburg: VVM Publishing House, 2023. — 689 p.

International scientific conference “Fifth Vinogradov Conference. Hydrology in the era of change” in memory of the outstanding Russian scientist-hydrologist Yuri Borisovich Vinogradov is held at St. Petersburg State University in 2023 for the fifth time (2013, 2015, 2018, 2020). It has become a regular scientific platform for free discussion on the problems of the development of hydrology and the search for ways to overcome them, synthesis of modern approaches in the field of studying hydrological processes and their application to solve fundamental and practical problems.

ISBN 978-5-9651-0730-8

© Макарьева О. М., Никитина П. А., 2023

Структура водопользования в городах России

Н.Д. Ахмерова, О.Н. Ерина *

*Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия
erina.oxn@gmail.com*

Аннотация. В работе рассмотрена структура водопользования в крупнейших городах России с численностью населения более 140 тысяч человек. Анализируются географические и социальные причины выявленных различий в специализации городского водопотребления между городами различных федеральных округов. Объемы удельного водопотребления снижаются по мере уменьшения численности населения городов, а также связаны с обеспеченностью региона водными ресурсами. Показано, что в Центральном федеральном округе преобладает коммунальное водопотребление, тогда как в Сибирском и Уральском федеральных округах основной объем городского водопотребления используется для удовлетворения промышленных нужд.

Ключевые слова: городское водопотребление, структура водопользования, загрязнение вод, водозабор, очистка сточных вод.

Structure of water use in Russian cities

N. Akhmerova, O. Erina *

*Lomonosov Moscow State University, Russia
erina.oxn@gmail.com*

Abstract. The article considers the structure of water use in the largest cities of Russia with a population of more than 140 thousand people. The article touches upon the issue of the geographical and social reasons for the revealed differences in the specialization of urban water consumption between cities of different federal districts. The volume of specific water consumption decreases as the population of cities decreases, and is also associated with the availability of water resources in the region. It is shown that municipal water consumption prevails in the Central Federal District of Russia, whereas in the Siberian and Ural Federal Districts the bulk of urban water consumption is used to meet industrial needs.

Keywords: urban water use, structure of water use, water pollution, water intake, waste water depuration

Введение

Города – сложные многофункциональные природно-антропогенные системы, которые оказывают значительное и разнообразное воздействие на окружающую среду, включая водные экосистемы. Несмотря на наличие множества работ, посвященных влиянию конкретных городов на водные объекты, а также работ, посвященных водосборам крупных рек, вплоть до сегодняшнего дня недостаточно внимания уделяется обобщению данных по структуре использования воды и водопотреблению, водоотведению, качеству воды, практически отсутствуют обобщения по всей территории России. Наиболее крупные и современные опубликованные работы посвящены анализу состояния качества воды Волги, Дона, Оки, Белой, Лены и других рек [3].

Существуют также обобщения по регионам, опубликованные в государственных докладах «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды», выпускаемых министерствами природопользования и экологии каждого региона. Однако в данных докладах приводятся результаты мониторинга качества воды в очень общем виде; в них мало анализа данных, нет анализа многолетней изменчивости и динамики показателей водохозяйственного комплекса. Поэтому основной целью данной работы является изучение и анализ пространственной структуры водопотребления и водоотведения в городах России.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования выбраны 121 крупнейший по численности населения город России (численностью населения более 140 тысяч человек на 1 января 2022 года). Пространственный охват расположения городов включает 75 регионов России.

Информационной основой исследований служат: данные по форме 2ТП-Водхоз, публикуемые на информационной платформе АИС ГМВО; схемы водоснабжения и водоотведения городов; информация из базы данных муниципальных образований, а также гидрологическая информация об водных объектах – приемниках сточных вод.

Результаты и обсуждение

Распределение городов на территории России очень неравномерно: большая часть городов, особенно крупных, сосредоточена на западе и юго-западе страны – в так называемой «основной зоне расселения». Эта зона занимает примерно треть общей площади страны, однако там сосредоточено более 90% населения. Соответственно, в данной зоне плотность населения куда выше, чем, например, в Сибири. Так, плотность населения Краснодарского края, согласно данным Федеральной службы государственной статистики на начало 2022 года составляла 74,8 человек на км², а республики Саха (Якутия) – 0,32 человека на км² [5]. Подобное распределение обусловлено различными факторами:

1) климатическими условиями – лишь 10% территории России имеют условия, удобные для жизни. Е. Б. Лопатина и О.Р. Назаревский провели комплексную оценку природных условий России для жизни людей по 30 различным показателям, главным образом – климатическим характеристикам (средние температуры, осадки, продолжительность безморозного периода, годовые амплитуды температур и т.д.). [Лопатина, Назаревский, 1972];

2) особенностями исторического развития – связаны с освоением и заселением новых территорий. Это также объясняет уменьшение плотности населения России с запада на восток – ведь именно так шло освоение новых земель;

3) социально-экономические факторы – наличие полезных ископаемых, транспортная доступность.

Различия в факторах образования городов и их современной специализации обуславливает также различия в объеме и структуре водопотребления; объеме, структуре и составе сточных вод [1].

Водозабор. Объем водозабора в среднем для городов значительно различается между федеральными округами (ФО): наибольший водозабор в среднем характерен для городов Сибирского ФО (179,3 млн м³ за год для города) и Северо-Западного ФО (129,6 млн м³ за год для города). Минимален водозабор в городах Северо-Кавказского и Дальневосточного ФО (26,1 и 46,0 млн м³ соответственно).

Если рассматривать отдельные города, то лидерами в потреблении воды, безусловно, являются города-миллионники – Санкт-Петербург 856 млн м³, Нижний Новгород 729 млн м³, Москва 698 млн м³, Новосибирск 536 млн м³, Красноярск 424 млн

м³ в год. Кроме того, в данных городах расположены крупные ГЭС (Красноярская, Новосибирская), центры машиностроения (Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Новосибирск, Красноярск, Москва), черной и цветной металлургии (Красноярск, Новосибирск) и прочие производства, требующие значительного водозабора.

Минимален водозабор преимущественно в городах с населением до 200 тысяч человек, таких как Альметьевск 0,13 млн м³ за год, Керчь 0,32 млн м³ за год, Махачкала 1,13 млн м³ за год, Копейск 1,45 млн м³ за год, Прокопьевск 1,72 млн м³ за год. Исключение составляет Махачкала, численность населения в которой – 604 тыс. человек. Вероятно, это обусловлено большой долей неконтролируемого водозабора (частные скважины, колодцы).

По величине удельного водопотребления также лидируют города Сибирского ФО (396,2 м³ на человека в год). Так, в Ангарске водопотребление достигает – 1593 м³/чел в год, Норильске – 1503 м³/чел в год, Братске – 1277 м³/чел в год и Бийске – 1129 м³/чел в год. Подобные величины связаны, вероятно, с расположением в этих городах крупных центров машиностроения (Бийск), цветной металлургии (Норильск), нефтехимической промышленности (Ангарск, Братск), крупнейшей ГЭС – Братской. Также важно отметить, что данный регион богат водными ресурсами – по его территории протекают крупнейшие реки Азии: Енисей (на нем и его притоках стоят Ангарск, Братск, Иркутск, Красноярск) и Обь (Новокузнецк, Кемерово, Барнаул).

В остальных округах среднее удельное потребление составляет от 150 до 200 м³ на человека в год; минимальное – в Северо-Кавказском и Центральном ФО – 82,4 и 103 м³ на человека в год соответственно.

Основная часть воды для водоснабжения городов России во всех федеральных округах забирается из поверхностных источников. Особенно велика разница в долях забираемой из поверхностных и подземных источников в городах Северо-Западного ФО, где 98,9% водозабора приходится на поверхностные источники. Наибольшая доля подземных источников в структуре водозабора приходится на города Северо-Кавказского ФО, где составляет почти половину – 48,5%. Подобное распределение обусловлено различными факторами. Так, часть округов очень богаты поверхностными водными ресурсами, например, Сибирский (Енисей, Обь), Уральский (Обь), Приволжский (Волга), Северо-Западный (Северная Двина, Печора) федеральные округа. Также определенное влияние оказывает широкое распространение в Сибирском, Уральском и Дальневосточном округах вечной мерзлоты, которая затрудняет использование подземных водных ресурсов. При этом в Центральном и Приволжском федеральных округах очень велика концентрация крупных городов, которые экономически невыгодно снабжать более чистыми, но и более дорогими подземными водами.

Северо-Кавказский же федеральный округ беден поверхностными ресурсами; количество крупных городов там невелико и экономически целесообразнее использование для водоснабжения подземных источников.

Структура водопотребления в городах РФ. В большинстве округов в структуре водозабора преобладает забор на промышленные нужды, особенно выраженный в городах Сибирского ФО (где также максимален общий объем водозабора). Преобладание коммунального водозабора наблюдается в городах только двух ФО: Центрального и Южного. Потребление воды на сельскохозяйственные нужды по сравнению с потреблением на коммунальные и промышленные – крайне мало и не превышает 7,1% (Южный ФО), в среднем составляя около 1,0%, т.к. по большей части сельское хозяйство в пределах городов с населением более 140 тыс. человек отсутствует; максимум в городах Южного ФО объясняется спецификой региона, в котором сельское хозяйство в связи с природными особенностями региона занимает важную роль в экономике.

Сброс вод. Распределение объемов сброса, по очевидным причинам, совпадает с распределением объемов водозабора. Соотношение типов (по санитарной классификации) сточных вод, сбрасываемых городами различных федеральных округов весьма различно. В формах 2ТП-Водхоз выделяют три типа отводимых вод по степени их загрязненности: нормативно чистые сточные воды, нормативно очищенные сточные воды, загрязненные.

В большинстве округов преобладают загрязненные воды, особенно – в городах Северо-Кавказского и Центрального округов, где доля загрязненных вод составляет 90,4 и 72,9% соответственно. Наиболее «чистые» сточные воды в городах Южного и Сибирского округов – там доля нормативно чистых и нормативно очищенных вод составляет 77,9 и 60,4% соответственно.

В целом заметна связь между высоким потреблением городами Сибирского округа вод для промышленных целей и тем, что в данном округе заметно больше доля чистых и нормативно очищенных вод, что, очевидно, связано с водозабором в целях использования в производстве электроэнергии на ГЭС, ТЭС и АЭС, расположенных в административных границах городов, а также в различных отраслях промышленности.

Кроме того, прослеживается связь между числом крупных городов и количеством загрязненных вод, сбрасываемых в среднем городами округов: в городах Северо-Западного и Центрального округов доля таких вод выше.

Выводы

Структура городского водопользования на территории России подвержена значительным различиям под воздействием комплекса географических факторов. Города различных федеральных округов характеризуется различной специализацией в промышленности, численности населения, качеством очистных сооружений. Так, Центральный округ характеризуется большим числом крупных городов, что обуславливает значительную нагрузку коммунальными сточными водами, тогда как в Сибирском, Уральском и Приволжском округах широко распространена тяжелая промышленность: машиностроение, черная и цветная металлургия, и специфика водопользования в большей мере подчиняется требованиям промышленности по сравнению с не столь значительными объемами коммунального водопотребления.

Список литературы

1. Войнова Л.В. Экономическая география. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный технологический университет растительных полимеров, 2015. – 88 с.
2. Лопатина Е.Б., Назаревский О.Р. Оценка природных условий жизни населения. – Москва, 1972. – 148 с.
3. Никаноров, А. М., Хоружая, Т. А., Миронова Т.В. Анализ влияния мегаполисов на качество воды поверхностных водных объектов по эколого токсикологическим показателям // Водные ресурсы. – 2011. – Т. 38. – № 5. – С. 577-584.
4. Субботина Ю.М. Эколого-социальные аспекты использования и охраны водных ресурсов // Социальная политика и социология. – 2012. – Т. 5. – С. 166-176.
5. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13282>.