

Список цитированных источников

1. Занилов, А. Х. Инновационные приемы повышения эффективности минерального питания растений: метод. рек. / А. Х. Занилов, Е. П. Шилова // М.: ФГБНУ "Росинформагротех", 2017. – 132 с.
2. Перевертин, К. А. Учет текущих и ожидаемых погодных рисков в растениеводстве на основе математической теории игр / К. А. Перевертин, В. И. Леунов, А. И. Белолобцев, Е. А. Симаков, Н. Н. Иванцова, Т. А. Васильев // Картофель и овощи. – 2020. – № 6. – С. 6–10.
3. Эдельгериев Р.-С.Х. (ред.) Глобальный климат и почвенный покров России // Национальный доклад. – Москва, 2021. –Т. 3. – 520 с.

УДК 626.81

СТРАНЫ БРИКС НА ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ КАРТЕ МИРА

Т. С. Фролова, Н. И. Коронкевич, Е. А. Барабанова, И. С. Зайцева

Институт географии РАН, Москва, Россия, bibikova@igras.ru

Аннотация

БРИКС – одно из наиболее авторитетных современных международных объединений группы стран – Бразилии, России, Индии, Китая, ЮАР. На эти страны приходится 29% суши земного шара и 42 % мирового населения. Экономический успех стран во многом определяется состоянием их водных ресурсов, водного хозяйства. В статье показано положение стран БРИКС по водообеспеченности и характеру использования водных ресурсов на основании гидрологических и водохозяйственных характеристик.

Ключевые слова: БРИКС, водные ресурсы, водообеспеченность, использование воды, эффективность водопользования.

ANTHROPOGENIC IMPACT ON RIVER FLOW AND WATER QUALITY IN THE BRICS COUNTRIES

T. S. Frolova, N. I. Koronkevich, E. A. Barabanova, I. S. Zajtseva

Abstract

BRICS is one of the most authoritative modern international associations of a group of countries - Brazil, Russia, India, China, South Africa. These countries account for 29% of the Earth's land mass and 42% of the world's population. The economic success of the countries is largely determined by the state of their water resources and water management. The article shows the position of the BRICS countries in terms of water availability and the nature of the use of water resources based on hydrological and water management characteristics.

Keywords: BRICS, water resources management, water consumption, water use effectiveness.

Введение. Водные ресурсы, основу которых составляют ресурсы речного стока, – один из главных факторов экономического и социального развития любой страны. Соответственно велика и роль водного хозяйства. Цель данной статьи – показать положение стран БРИКС в мире по водообеспеченности, размерам и характеру использования водных ресурсов на основании анализа гидрологической и водохозяйственной статистики. Этот анализ показывает, что общий вклад стран БРИКС в мировые водные ресурсы и их использование весьма велик, хотя вклад отдельных стран этого сообщества существенно отличается.

В работе проанализировано 5 стран, занимающих 29 % суши земного шара и 42 % мирового населения [10]. В числе показателей обеспеченности территории и населения водными ресурсами рассмотрены речной, подземный сток и атмосферные осадки. Помимо этого, использованы удельные показатели – количество водных ресурсов на единицу площади и населения.

Для анализа водопотребления использованы данные о водозаборах, объемах сточных вод, безвозвратном расходе воды, а также оценена кратность разбавления сточных вод речным стоком.

Проведено сравнение эффективности использования воды – сопоставление стран по количеству продукции, произведенной на единицу расходуемой воды, и по обратному соотношению – количеству воды, затраченной на производство единицы продукции.

Обеспеченность водными ресурсами стран БРИКС

Рассматриваемые государства по-разному обеспечены водными ресурсами. Средние многолетние ресурсы речного стока представлены в таблице 1 [4, 10, 13].

Средний многолетний сток стран БРИКС оценивается почти в 14,5 тыс. км³/год, что составляет более 33 % мирового стока, немногим выше доли в площади (29 %) и ниже доли населения (42 %). Отметим, что решающий вклад в величину показателей БРИКС вносит Бразилия. На Россию приходится от 21 до 28 % абсолютных значений (км³/год) элементов водного баланса пяти стран. На Китай приходится около 19 % полного речного стока, далее следуют Индия – 10 % и ЮАР – всего 0,3 %. Слой полного речного стока стран БРИКС (374 мм) в целом выше среднемирового (317 мм). Самый высокий слой стока в Бразилии – 728 мм, далее следуют Индия (443 мм), Китай (281 мм), Россия (237 мм), ЮАР (37 мм). Также выше общемирового у стран БРИКС и слой естественно-зарегулированного подземного стока – соответственно, 106 и 91 мм. Наименьшим слоем подземного стока располагают Россия (52 мм) и особенно ЮАР (11 мм), что предполагает повышенную потребность в гидротехническом регулировании водных ресурсов. Обеспеченность стран БРИКС полным речным стоком в расчете на душу населения (4,5 тыс. м³/чел.) ниже среднемировых показателей (5,6 тыс. м³/чел.). В Индии – 1,1 тыс. м³/чел., Китае – 1,9, в ЮАР – 0,8, тогда как в России – 27,8, а в Бразилии – 29,9 тыс. м³/чел.

Таблица 1 – Обеспеченность водными ресурсами

Страна	Площадь тыс. км ²	Население млн. чел.	Осадки	Полный речной сток	Подземный сток	Осадки	Полный речной сток	Подзе мный сток
			км ³			тыс. м ³ /чел.		
Бразилия	8547	208	15880	6220	1874	76,3	29,9	9,0
Индия	3288	1339	3682	1456	376	2,7	1,1	0,3
Китай	9597	1453	7488	2700	960	5,2	1,9	0,7
Россия	17098	146	9080	4053	882	62,2	27,8	6,0
ЮАР	1219	57	603	43	5	10,6	0,8	0,1
Итого страны БРИКС	39749	3203	36733	14472	4097	11,5	4,5	1,3
Мир в целом	135000	7676	116775	42780	12285	15,2	5,6	1,6

В целом, показатели, характеризующие Россию с точки зрения количества водных ресурсов на фоне других стран БРИКС и мировых достаточно высоки. Особенно велика доля России в водообеспеченности населения полным речным и подземным стоком – почти в 5 раз по сравнению со средними мировыми показателями и в 6 раз больше, чем группа стран в части речного стока, и в 3-5 раз в части подземного стока, что частично является следствием относительно невысокой заселенности территории.

Мы не располагаем самыми последними точными сведениями по полезной ёмкости водохранилищ, но если судить по данным на начало XXI в. [4], они составляли в Бразилии – 272, Индии и Китае – по 223, России – 416, ЮАР – 9.1, стран БРИКС в целом – 1143 км³, то есть почти 30% мирового полезного объёма (3940 км³). Сопоставление полезного объёма с величиной подземного стока свидетельствует о том, что ресурсы наиболее устойчивой составляющей местного стока существенно возросли – в Бразилии на 13 %, Китае на 25 %, России на 46 %, а в Индии и ЮАР более чем на 70%, в среднем для БРИКС на 27 %, а в мире в целом на 30 %. Для самого последнего времени эти величины требуют уточнения.

Водопотребление в странах БРИКС. Во всем мире на различные хозяйственные нужды примерно 4000 км³ воды в год, из которых почти 36% в странах БРИКС (таблица 2). Данные по водопотреблению стран БРИКС почерпнуты из профильных Интернет-ресурсов, а также из ряда опубликованных статей и изданий [10, 14-17]. Использование воды внутри группы распределяется следующим образом. Примерно половина объёма воды (47 %) приходится на Индию, 43 % – на Китай, менее 10 % на остальные страны БРИКС, причем на Россию и Бразилию – по 4,5 %, на ЮАР около 1 %.

Таблица 2 – Основные показатели водопотребления

Страна	Водозабор, км ³	Безвозвратный расход, км ³	Остаточный сток, км ³	Процент водозабора от речного стока	Процент безвозвратного расхода от речного стока	Объем сточных вод, км ³	Кратность разбавления сточных вод речным стоком
Бразилия	63,0	28,9	6191,1	1,0	0,5	34,2	181,2
Индия	647,5	421,5	1034,5	44,5	40,7	226,0	4,6
Китай	591,7	521,7	2178,3	21,9	23,9	70,0	31,1
Россия	63,0	20,4	4032,6	1,6	0,5	42,6	94,7
ЮАР	19,4	6,6	36,4	45,1	18,1	12,8	2,8
Итого страны БРИКС	1384,6	999,0	13473,0	9,6	7,4	385,6	34,9
Мир в целом	3881,0	1616,8	41163,2	9,1	3,9	2264,2	18,2

В странах БРИКС на водопотребление используется немногим более ресурсов речного стока (9,6 %), чем в мире (9,1 %). При этом в Индии и ЮАР используется около 45 % ресурсов речного стока, в Китае почти 22%, в России и Бразилии – порядка 1-1,5 %. Во всех пяти странах основным источником водозабора являются поверхностные воды (рисунок 1). Самый большой процент использования подземной воды наблюдается в Индии (почти 39 %).

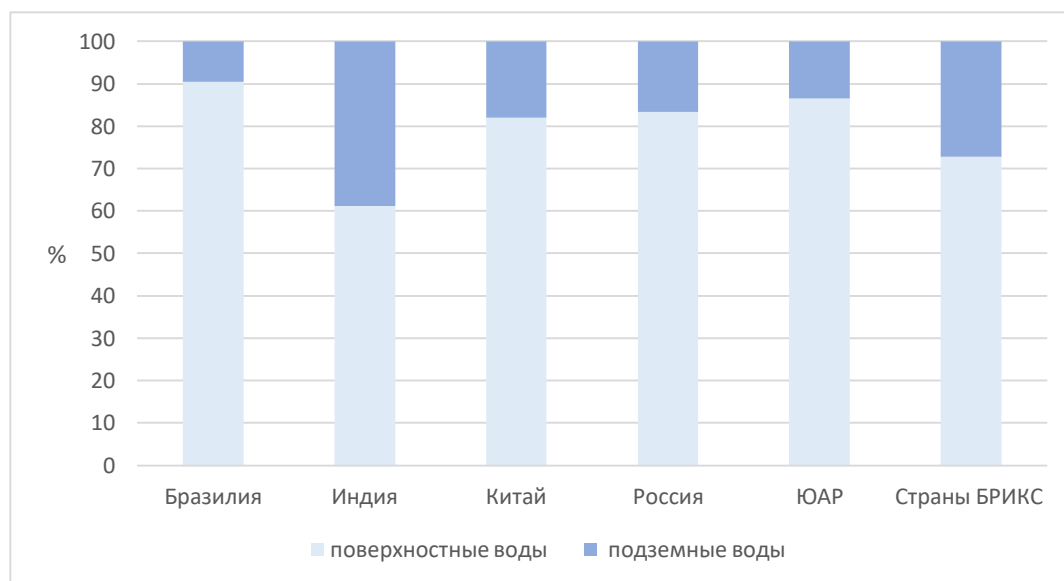


Рисунок 1 – Источники водозабора в странах БРИКС

Основной водопотребитель в России – промышленность, на долю которой приходится почти 45 % используемой воды, в других странах – сельское хозяйство, главным образом, орошаемое земледелие, причем, в Бразилии, Китае, ЮАР на долю сельского хозяйства приходится 55-65 % используемой воды, а в Индии – 90 % (рисунок 2). Таким образом, основная масса воды пяти стран используется в сельском хозяйстве (более 75 %, это выше, чем общемировой показатель в 70 %).

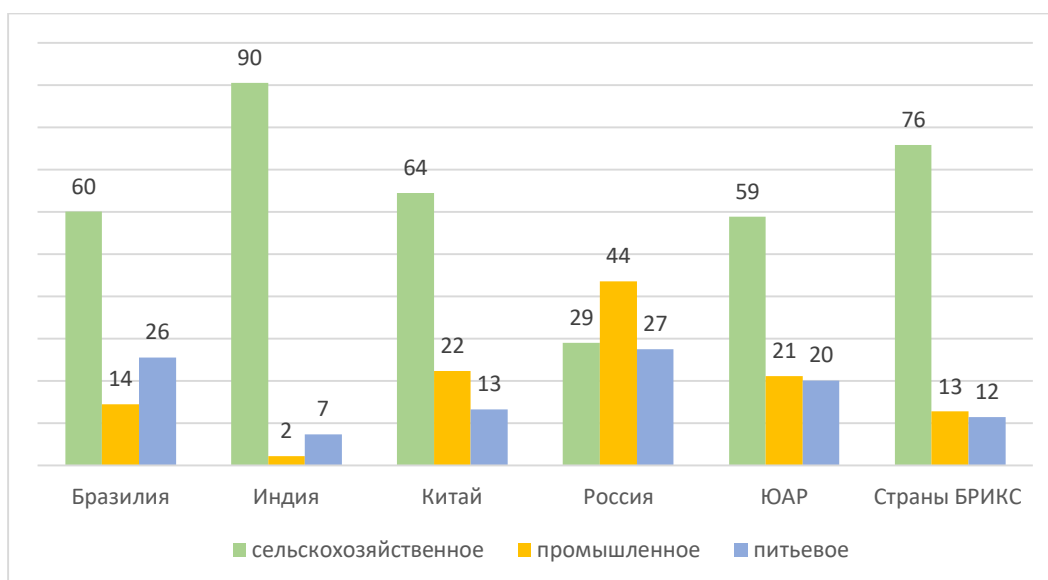


Рисунок 2 – Структура использования воды в странах БРИКС, %

Общий безвозвратный расход воды в странах БРИКС составляет почти 1000 км³ (около 62 % от мирового). В данном случае безвозвратный расход воды определен по разнице водозабора и количества сточных вод. Наибольших значений он достигает в Китае и Индии и обусловлен наличием огромных площадей орошаемого земледелия. В результате общий речной сток стран БРИКС уменьшился почти на 7,5 % (в мире почти на 4 %), в Индии – на 41 %, в Китае – на 24 %, в ЮАР – на 18 %, а в России и Бразилии – примерно на 0,5 %. Безвозвратные расходы воды могут зависеть от природных условий, состояния оросительных систем и систем водоснабжения и водоотведения, технологии полива и состава культур посевных площадей, степени внедрения систем оборотного водоснабжения и структуры промышленных производств.

Объем сточных и коллекторно-дренажных вод в БРИКС близок к 400 км³ (17 % мирового объема). Почти 90 % из них приходятся на возвратные воды с орошаемых земель. В разных странах существенно различается и уровень очистки сточных вод. Учет различий для разных стран в данном случае не представляется возможным из-за отсутствия соответствующей информации. В качестве показателя оценки воздействия на качество вод предложен показатель кратности разбавления сточных вод остаточным после безвозвратных изъятий стоком. Чем он ниже, тем больше вероятность загрязнения водных объектов. Кратность разбавления возвращающихся после использования вод БРИКС остаточным речным стоком – почти 35 раз (эта цифра для мира составляет немногим более 18 раз). В ЮАР – почти 3 раза, в Индии – более 4 раз, Китай – 31 раз, тогда как в России – 95 раз, а в Бразилии – более 180 раз.

Представленные соотношения относятся к государствам в целом. Внутри каждого из них имеются районы как хорошо, так и слабо обеспеченные водными ресурсами. Неравномерно распределение ресурсов стока и во времени.

Экономическая эффективность водопотребления. Если судить об эффективности использования воды, которая часто определяется соотношением затрат воды в м³ к ВВП (по ППС), то в БРИКС соответствующий показатель

(72,5) выше, чем в мире в целом (57,8), т.е. вода используется менее эффективно. Особенно это относится к Индии (почти 250), что обусловлено ведущей ролью в водном хозяйстве орошаемого земледелия. В ЮАР и Китае этот показатель значительно ниже – (порядка 56 и 47 соответственно). Еще ниже он в России (40,7) и Бразилии (31,8).

В таблице 3 видно, что для производства 1 млрд. \$ ВВП Индия как в 1992, так и в 2017 г. расходовала наибольшее количество воды среди стран БРИКС, и также получала наименьшую отдачу в ВВП на единицу расходуемой воды. Следует отметить, что к 2017 г. эффективность водопотребления возросла по сравнению с 1992 г., особенно в Китае (почти в 18 раз), в Индии и России (в 7 и 5 раз соответственно). Среди причин главными можно обозначить развитие не использующих воду отраслей экономики Китая и Индии, а также перестройка экономики России в пользу менее водоемких отраслей. Данный показатель требует более глубокого анализа в части изменения ВВП за период.

Таблица 3 – Эффективность водопотребления [10]

Страна	ВВП млрд. \$		Водозабор, км ³		Затраты воды на 1 млрд \$ ВВП, млн. м ³ /млрд\$ ВВП		Экономическая отдача, млрд\$ ВВП/км ³	
	1992	2017	1992	2017	1992	2017	1992	2017
Бразилия	362,6	2062,8	46,1	65,7	127,0	31,8	7,9	31,4
Индия	293,7	2625,1	522,1	647,5	1777,7	246,7	0,6	4,1
Китай	602,3	12535,8	516,9	591,7	858,2	47,2	1,2	21,2
Россия	493,0	1581,4	99,6	64,4	202,0	40,7	5,0	24,6
ЮАР	136,0	349,0	13,2	19,4	96,7	55,5	10,3	18,0
Страны БРИКС в целом	1887,6	19154,1	1197,8	1388,7	634,6	72,5	1,6	13,8
Мир	-	67125,8	2958,3	3881,0	-	57,8	-	17,3

Если оценивать количество воды, используемой в расчете на одного жителя, то этот показатель сравним с общемировым (432,3 м³ и 505,6 м³ соответственно). Самый низкий он в Бразилии (303 м³) и ЮАР (340,4 м³). Самый высокий в Индии – 483,6 м³.

Изложенное выше относится к странам в целом. Внутри каждой из них водохозяйственная ситуация очень различается. В каждой из них водообеспеченность хозяйства и населения наиболее высока в относительно малоосвоенных районах, а основные водные проблемы связаны с наиболее густонаселенными районами, где эта водообеспеченность значительно ниже. Достаточно сравнить горные и равнинные районы Китая и Индии, европейскую и азиатскую части России. На европейскую часть России, занимающую 23 % общей площади РФ и располагающую таким же процентом ресурсов речного стока, приходится 77 % водозабора и объема сточных вод. Кратность разбавления сточных вод в азиатской части страны на порядок выше, чем в европейской, составляя соответственно более 300 и около 30 раз.

Заключение. В заключение следует отметить, что обеспеченность водными ресурсами территории стран БРИКС в целом несколько выше среднемировой, а населения – ниже. Доля используемой воды примерно соответствует доле

располагаемых мировых водных ресурсов. Вместе с тем, выделяются две группы стран. Одна – Индия, Китай, ЮАР с гораздо более напряженным водохозяйственным балансом, и вторая – в составе Бразилии и России, в которой сосредоточена значительная часть сравнительно слабо затронутых деятельностью человека мировых водных ресурсов, хотя и в их пределах имеются районы, требующие решения острых водохозяйственных и гидроэкологических проблем.

Список цитированных источников

1. Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия. – Москва : Наука, 2003. – 367 с.
2. Бибикина, Т. С. Динамика водопотребления в России, Украине и Белоруссии в постсоветский период // Вопросы географии. Сб. 133: Географо-гидрологические исследования. – М. : Издательский дом «Кодекс», 2012. – С. 274–288.
3. Бибикина, Т. С. Изменения водохозяйственных характеристик России, Белоруссии и Украины в постсоветский период // Изв. РАН. Сер. геогр. – 2007. – № 5. – С. 98–106.
4. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. И. А. Шикломанова. – СПб. : ГГИ, 2008.
5. Глазовский, Н. Ф. Глобальные закономерности распределения ресурсоемкости экономики // Изв. РАН. Сер. Геогр. – 1992. – № 3. – С. 12–22.
6. Глазовский, Н. Ф. Эффективность использования природных ресурсов и возможные пороги развития // Проблемы природопользования и экономическая ситуация в Европейской России и сопредельных государствах. – Белгород : 2004. – С. 9–15.
7. Данилов-Данильян, В. И. Потребление воды: экологические, экономические, социальные и политические аспекты / В. И. Данилов-Данильян, К. С. Лосев // М. : Наука, 2006. – 221 с.
8. Демин, А. П. Современная водоемкость экономик стран мира // Изв. РАН, сер. географ. – 2012. – № 5.
9. Демин, А. П. Экономические проблемы водопользования // Экономические и территориальные аспекты управления водохозяйственным комплексом России. – М. : РАСХН, 2013. – С. 240–273.
10. Интернет ресурсы: gks.ru, www.oecd-ilibrary.org, <https://stats.oecd.org/>, <https://www.unep.org>, <https://www.unwater.org>, <http://www.fao.org>, <https://www.chinawaterrisk.org>, <https://www.worldbank.org>, <https://www.indiaspend.com>.
11. Коронкевич, Н. И. Водообеспеченность и антропогенная нагрузка на водные ресурсы России в сравнении с другими странами / Н. И. Коронкевич, Е. А. Барабанова, Т. С. Бибикина, И. С. Зайцева // Вестник РФФИ. – 2013. – № 78. – Т. 2.
12. Коронкевич, Н. И. Россия на водохозяйственной карте мира / Н. И. Коронкевич, Е. А. Барабанова, Т. С. Бибикина, И. С. Зайцева // Изв. РАН, сер. Географ. – 2014. – № 1.
13. Львович, М. И. Мировые водные ресурсы и их будущее. – М. : Мысль, 1974. – 448 с.

14. Ao XuYin-Hu WuZhuo ChenGuangxue WuQianyuan WuFangqiong LingWei E. HuangHong-Ying Hu. Towards the new era of wastewater treatment of China: Development history, current status, and future directions. *Water Cycle* 1 (2020) 80–87.
15. Jones, E. R., van Vliet, M. T. H., Qadir, M., and Bierkens, M. F. P.: Country-level and gridded estimates of wastewater production, collection, treatment and reuse, *Earth Syst. Sci. Data*, 13, 237–254, <https://doi.org/10.5194/essd-13-237-2021>, 2021.
16. WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). 2017. The United Nations World Water Development Report 2017. Wastewater: The Untapped Resource. Paris, UNESCO.
17. Katharina M. K. Stepping. Urban sewage in Brazil: drivers of and obstacles to wastewater treatment and reuse. *Governing the Water-Energy-Food Nexus Series*. Bonn, 2016.