

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И РЕЖИМ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

УДК 556.51

ТРАНСГРАНИЧНЫЙ ВОДООБМЕН В РОССИИ¹

© 2021 г. Н. И. Коронкевич^а, *, Е. А. Барабанова^а, А. Г. Георгиади^а,
С. В. Долгов^а, И. С. Зайцева^а

^аИнститут географии РАН, Москва, 119017 Россия

*e-mail: koronkevich@igras.ru

Поступила в редакцию 19.05.2020 г.

После доработки 03.06.2020 г.

Принята к публикации 21.01.2021 г.

Рассмотрены разные виды трансграничного водообмена в России как через государственные, административные, так и через природные границы. Приведен ряд показателей атмосферного влагопереноса, ветрового перемещения снега, переноса воды в виде стока через границы отдельных элементов ландшафта, через границы природных зон. Оценен масштаб перемещения воды в составе производимой продукции. Больше всего через границы России переносится воды в атмосфере и с морскими течениями. Речной трансграничный приток составляет 4–5% общих ресурсов речного стока России, а отток – 1–2%. Гораздо больший трансграничный речной водообмен имеет место между отдельными субъектами Российской Федерации. Так, водные ресурсы Астраханской области почти на 100% формируются за счет транзитного стока Волги. Речному водообмену между субъектами Российской Федерации, ее федеральными округами и соседними государствами, а также влиянию трансграничного водообмена на качество вод уделено основное внимание. Выявлены основные проблемы, связанные с трансграничным переносом воды, и пути их решения.

Ключевые слова: водообмен, государственные границы, административные границы, природные границы, атмосферный влагоперенос, речной сток, загрязнение, бассейновое соглашение.

DOI: 10.31857/S0321059621040076

ВВЕДЕНИЕ

“Трансграничный” буквально означает пересекающий границы. В основном этот термин в отношении водных ресурсов применяют для оценки водообмена (главным образом речным стоком) территорий соседних государств. Однако представляется уместным применять этот термин для любых границ – не только межгосударственных, но и административных внутри страны, например для субъектов Российской Федерации, ее федеральных округов, а также в качестве природных и природно-антропогенных границ, пересекаемых не только речным стоком и отдельными его составляющими, течениями в водоемах и дрейфующими льдами, но и атмосферным переносом влаги, ветровым переносом снега, лавинами и селями, перемещением воды в составе различной продукции, людьми и животными. Природными границами при этом служат границы ландшафтов, природных зон, частей света и континентов.

Весьма важны не только показатели водообмена, но и содержание в переносимой воде различных веществ, особенно – загрязняющих природную среду.

Рассмотрение трансграничного водообмена актуально как для выделения своей доли водных ресурсов, определения платы за загрязнение воды, перемещаемой в другие районы или страны, так и для понимания барьерной гидрологической роли природных границ. То и другое остается недостаточно изученным.

В настоящей статье ее авторы остановились на некоторых из них применительно к России.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходными материалами для исследования послужили данные гидрологических наблюдений, сведения, содержащиеся в различных статистических справочниках, а также в литературных источниках [2–4, 6, 20]. Основной метод исследований – географо-гидрологическое обобщение статистических данных, содержащихся в исходных материалах.

¹ Работа выполнена в рамках Государственного задания Института географии РАН (тема 0148-2019-0007, государственная регистрация AAAA-A19-119021990093-8).

Таблица 1. Соотношение между количеством влаги Q , циркулирующей в атмосфере, атмосферными осадками P и речным стоком R [4]

Регион	Площадь, млн км ²	Q , км ³	P , км ³	R , км ³	P/Q	R/Q
Западный	3.99	7484	2753	894.6	0.37	0.12
Срединный	2.43	5694	1310	513.0	0.23	0.09
Восточный	10.34	5500	5300	2635.5	0.96	0.48

АТМОСФЕРНЫЙ ПЕРЕНОС ВЛАГИ И ПЕРЕНОС ВОДЫ МОРСКИМИ ТЕЧЕНИЯМИ

Наиболее полное представление о влагопереносе над территорией СССР и России дано в работах Г.П. Калинина [11] и Л.П. Кузнецовой [17]. В монографии [4] даны уточняющие оценки для территории РФ и ее трех крупнейших регионов — Западного, практического совпадающего с территорией европейской части России (ЕЧР), Срединного, соответствующего территории Западной Сибири, и Восточного, охватывающего Восточную Сибирь и Дальний Восток. В табл. 1 представлены данные о переносимой влаге в атмосфере, атмосферных осадках и речном стоке.

Объем влаги, приведенный в табл. 1, суммирует атмосферный влагоперенос разных направлений. При этом над большей частью России преобладает, особенно осенью, западный, северо-западный перенос влаги. В [4] указывается, что, суммируя объемы влаги, приведенные в табл. 1, и исключив из этой суммы объемы влагообмена между указанными территориями, получается ежегодно переносимый над территорией РФ объем влаги 9000 км³. Это примерно соответствует количеству осадков и в 2–2.5 раза превышает речной сток с территории России. В Западном регионе, как видно из табл. 1, осадки составляют 37% величины атмосферного переноса, а речной сток — 12%. Таким образом, атмосферный влагоперенос через границы России значительно превосходит речной водообмен. В то же время атмосферный влагоперенос намного уступает морскому водообмену на границах России. Достаточно сказать, что только приток атлантических вод к западным границам Баренцева моря (относительно недалеко от морской границы России) составляет, по разным оценкам, от 49 до 74 тыс. км³/год.

ВЕТРОВОЙ ПЕРЕНОС СНЕГА

Ветровой перенос снега как через природные, так и через административные государственные границы на несколько порядков меньше атмосферного переноса. На открытых пространствах европейской части России (ЕЧР) предельная дальность метелевого переноса снега составляет 1.5–2 км, а в Западной Сибири 2–3 км [16]. Но ветровой перенос снега существенно влияет

на формирование стока весеннего половодья. В лесостепных и степных районах России в результате ветрового переноса снега его запасы на плакорах и пологих склонах к началу весеннего половодья в 2–3 раза ниже, чем в овражно-балочной сети, куда сносится снег и где коэффициент стока выше, чем на пологих склонах.

ВОДНЫЙ СТОК ЧЕРЕЗ ПРИРОДНЫЕ ГРАНИЦЫ

В период исчисления, по К.П. Воскресенскому [5], нормы стока в лесостепных и степных районах Русской равнины к границам гидрографической сети за время половодья притекало 30–50% поверхностного склонового стока [13]. В настоящее время в связи с климатическими изменениями (учащение оттепелей, меньшая глубина промерзания почвы и, как следствие, лучшие условия инфильтрации) этот показатель снизился в 2–5 раз [15].

Условия формирования стока в лесу и в поле существенно различаются. Леса и в большей степени лесные полосы выполняют барьерные функции в отношении поверхностного стока, стекающего с вышележащих склонов. Если оставить в стороне дискуссионный вопрос: где годовой сток выше — в лесных или безлесных речных бассейнах, — и ориентироваться на площади, занятые лесом, то оказывается, что в России в целом около половины речного стока формируется в лесу, как и в Северо-Западном, Сибирском и Дальневосточном федеральных округах. Самая же высокая доля стока в лесу формируется в Приморском крае (~78%) и в Костромской области (<74%).

Если рассматривать природные зоны, то в бассейне Волги, например, к границам лесостепной зоны притекает из лесной зоны (включая горные территории) 87% общего речного стока Волги, к границам степной зоны — 96%, а к полупустынным районам — почти 100% [10].

Сток с территории России в моря составляет более 98% общего стока, что неудивительно, так как морские границы составляют ~64% общей протяженности границ России — 60.9 тыс. км [6]. А вот обмен речным стоком между ЕЧР и азиатской частью страны практически близок нулю.

РЕЧНОЙ ВОДООБМЕН В АДМИНИСТРАТИВНЫХ ГРАНИЦАХ

В работе [14] предложено выделить три категории речного водообмена. Сейчас представляется целесообразным выделить шесть категорий притока (транзитного стока) в долях от общего стока:

- 1) отсутствует;
- 2) незначительный (<20%);
- 3) малый (20–40%);
- 4) средний, сбалансированный с местным стоком (40–60%);
- 5) большой (60–80%);
- 6) доминирующий (>80%).

На рис. 1 показана структура водообмена в субъектах РФ. В его основу положены данные из [3], учтено современное административное деление РФ и уточнены величины стока по ряду субъектов по [20]. Транзитный приток отсутствует или незначителен в 26 субъектах федерации, причем в трех из них (Сахалинская область, Республика Алтай, Карачаево-Черкесская Республика) он полностью отсутствует. Малый приток наблюдается в десяти субъектах, в 11-ти приток и отток сбалансированы, в 16-ти — транзитный сток составляет 60–80% общего стока, в 19-ти он доминирует, в Астраханской и Волгоградской областях приближаясь к 100%.

Следует отметить, что приведенные соотношения могут меняться под влиянием климатических и антропогенных факторов. Это замечание относится и к федеральным округам в целом. Как видно на рис. 2, транзитный сток доминирует в Южном ФО, где невелик объем местного стока, а объем общего стока значителен в основном за счет притока волжских вод. Наименьшая доля (<10%) транзитного стока — в общем стоке в Сибирском ФО и Северо-Кавказском ФО.

Учет притока вносит существенные коррективы в водообеспеченность субъектов РФ, в величину индекса водно-экологического стресса (напряженности) (ИВЭН, water stress index — WSI), представляющего собой отношение величины водозабора к годовому стоку, уменьшенному на величину экологического стока, т.е. к так называемому свободному стоку [21]. На рис. 3 показан водно-экологический стресс в субъектах РФ на современном уровне с учетом экологического стока. Для предварительных оценок экологического стока использован метод пропорционального стока, предложенный В.В. Шабановым [18], в соответствии с которым экологический сток определяется с помощью эмпирических, постоянных для всех лет переходных коэффициентов для стока разной обеспеченности. Для средних годовых значений стока переходный коэффициент принимался равным 0.7 [18]. Следует отметить резкое улучшение водообеспеченности ряда рай-

онов РФ, особенно в наиболее обжитой ее части, с учетом транзитного стока. Заметим, что рис. 3 характеризует водно-экологический стресс в целом для субъектов РФ, в отдельных же их частях положение может существенно отличаться от средних показателей по субъекту.

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕЧНОЙ ВОДООБМЕН

Приток речных вод на территорию России с территорий соседних государств значительно превышает отток. По уточненным средним многолетним данным [3], приток составил 192.6 км³/год (4.5% общих ресурсов речного стока), отток — 47 км³/год (1.1%), что составляет 1/4 притока. С 2001 по 2018 г., согласно данным [20], приток менялся от 153.2 км³ (3.3%) в 2002 г. до 283.8 км³ (6.1%) в 2013 г., составив в среднем 194.3 км³ в год (4.3% общих ресурсов речного стока). Отток на территории соседних государств в среднем за рассматриваемый период составил 64 км³/год (1.4% общих ресурсов речного стока, или 1/3 притока) и изменился от 41.8 в 2015 г. до 75.9 км³ в 2004 г. Более 98% оттока, как и в среднем многолетнем аспекте, по данным [3], шло в моря.

Россия имеет границу сухопутную или проходящую по рекам и озерам с 16 государствами, с которыми, за исключением Южной Осетии, осуществляется или взаимный речной водообмен, или только приток, или только отток. Этот водообмен показан на рис. 4. В случае с пограничными реками — Псоу на границе с Абхазией, Самур на границе с Азербайджаном и Туманной на границе с КНДР — сток разделен пополам между странами. Больше всего речного стока на территорию России приходит в среднем за год из Финляндии (>25 км³), Казахстана (>31), Монголии (~25) и особенно — Китая (>95 км³). Наибольший отток осуществляется в Белоруссию (>14), Украину (>11), Казахстан (~11 км³).

ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА

В России каналами перебрасываются воды из одних речных бассейнов в другие ~17 км³/год [6]. Наиболее известна переброска ~2 км³/год волжской воды в бассейн р. Москвы по каналу им. Москвы. Крупнейшей межгосударственной переброской стока (до 4 км³/год) для России могла бы стать переброска стока по Северо-Крымскому каналу с территории Украины в Крым, не действующему в настоящее время по политическим причинам. Широкая дискуссия развернулась в свое время в отношении проектов межзональной переброски части стока северных рек ЕЧР в бассейн р. Волги и из рек Оби и Иртыш в бассейн

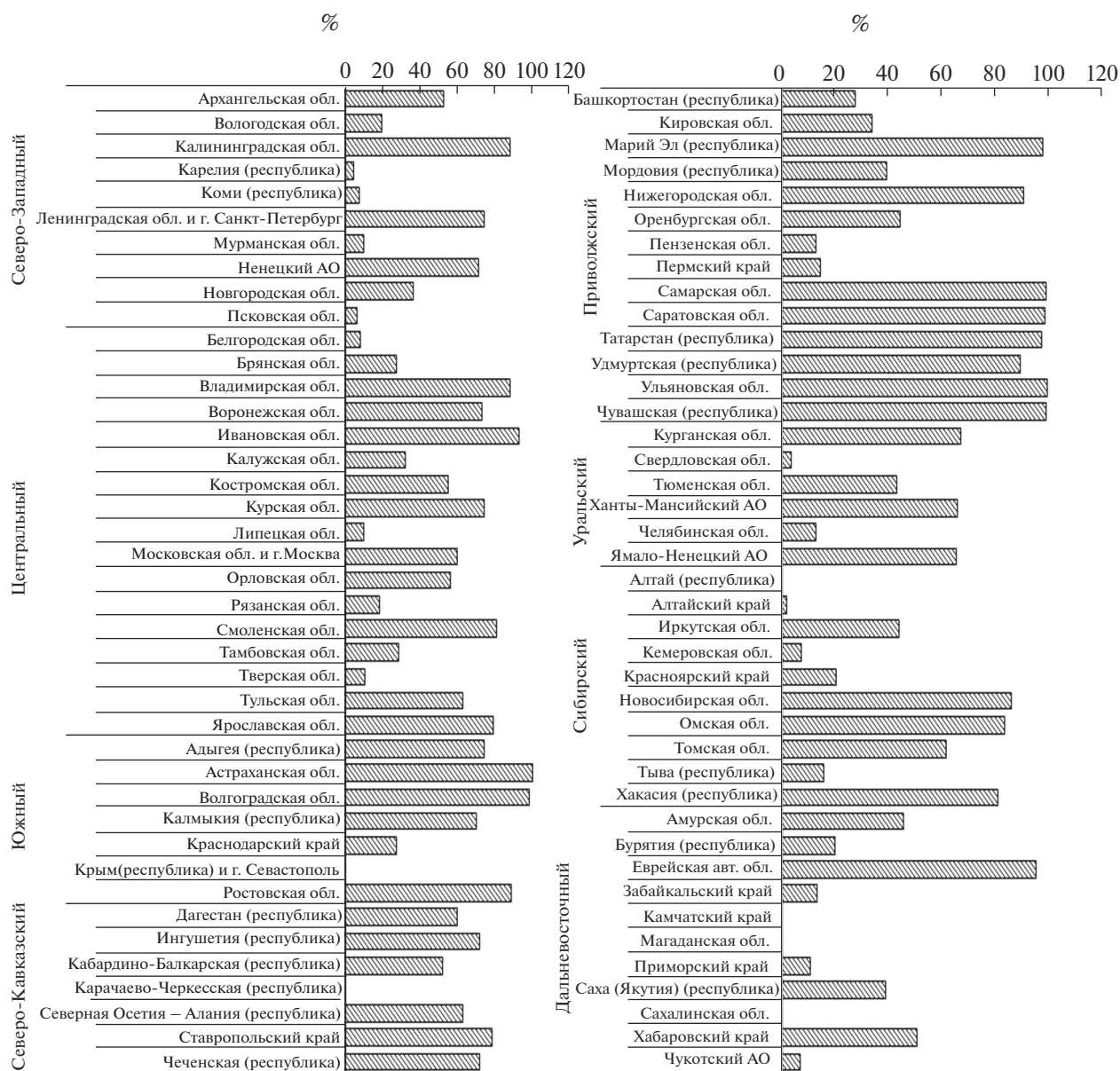


Рис. 1. Доля притока в общих ресурсах речного стока в субъектах РФ, сгруппированных по федеральным округам.

Аральского моря (соответственно ~20 и 25 км³/год по первой очереди проектов). Одна из главных причин неосуществления этих проектов — их высокая стоимость. В этой связи интересны результаты обобщения мирового опыта в отношении стоимости переброски 1 км³ воды в сравнении с другими способами увеличения располагаемых пресных водных ресурсов (табл. 2).

Как следует из табл. 2, удельные капитальные затраты на территориальное перераспределение стока меньше, чем на современные технологии в промышленности и на очистку промышленных сточных вод, а также на реконструкцию оросительных систем и технологии полива. Однако

приведенные затраты относятся к преобладающим в мире переброскам воды на сравнительно небольшие расстояния. Стоимость переброски на большие расстояния существенно возрастает.

ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ВОДЫ В СОСТАВЕ ПРОИЗВОДИМОЙ ПРОДУКЦИИ И ТОВАРОВ

В большинстве водохозяйственных расчетов не учитывается вода, которая входит в состав производимой продукции и товаров. Между тем она присутствует даже в такой продукции, как нефть, уголь, руды металлов, хотя и в небольшом коли-

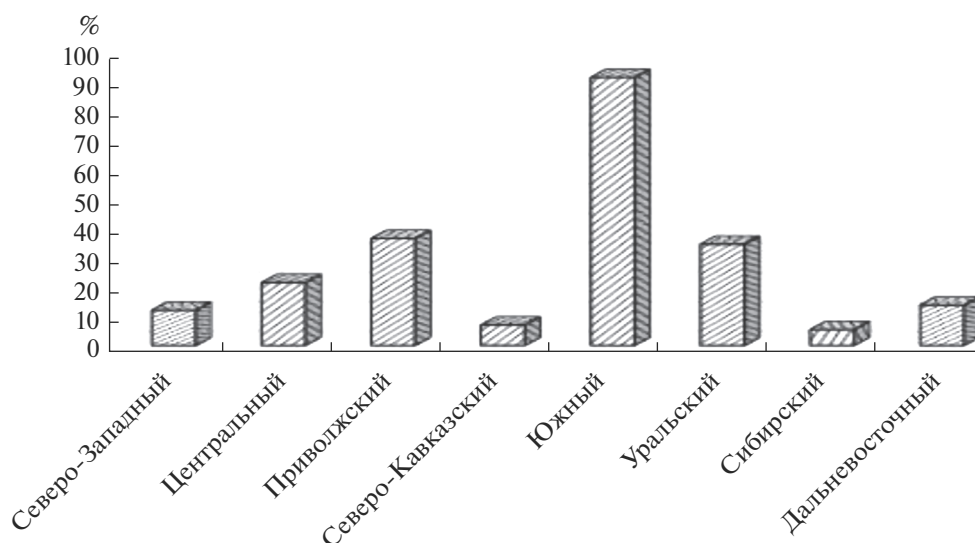


Рис. 2. Доля притока в общем речном стоке в федеральных округах России.

честве. Так, согласно статистическим данным, в составе транспортируемой нефти ее содержание составляет ~0.5, угля и железной руды — 16–18, древесины — 22, зерна — 14, овощей и корнеплодов до $\geq 50\%$. С учетом величины добычи нефти, угля, руды, производства древесины, зерна в России в 2016 г. объем воды в этой продукции составил от ~3 млн (нефть) до 70 млн м³ (уголь). Значительное количество воды транспортируется из одних районов в другие непосредственно в виде товарной продукции (обычная натуральная, минеральная, газированная вода, напитки и соки). Возможно, в масштабах всей страны это сравнительно небольшие величины, но для отдельных районов — как производителей той или иной продукции, так и ее потребителей — вода в составе перемещаемой продукции может быть существенной частью местного водного баланса. Данный вопрос, конечно, нуждается в специальной проработке, как и вопрос о перемещении так называемой “виртуальной” воды — затраченной на пол-

ный цикл промышленного, сельскохозяйственного производства продукции или услуги. Иными словами, речь идет о торговле водоемкой продукцией, которая, как считается в [8, 9], гораздо выгодней, чем торговля непосредственно пресной водой.

ПЕРЕНОС С ВОДОЙ ВЕЩЕСТВА И ЭНЕРГИИ

На территорию России в связи с преобладающим западным, северо-западным атмосферным влагопереносом попадает значительная часть загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу предприятиями различных отраслей хозяйства зарубежной Европы. Вспомним и радиоактивное заражение западных областей России в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Один из наиболее известных результатов западного, северо-западного переноса — закисление атмосферными осадками водных объектов, преимущественно на

Таблица 2. Капитальные затраты для получения дополнительных водных ресурсов или экономии 1 км³ пресной воды (по [4])

Мероприятия	Капитальные затраты, млн долл/км ³
Территориальное перераспределение речного стока	100–800
Регулирование речного стока водохранилищами	50–80
Использование ледников горных районов	50–100
Опреснение соленых и солоноватых вод	600–1800
Использование антарктических айсбергов	500–700
Современные технологии в промышленности и очистка промышленных сточных вод	200–1000
Реконструкция оросительных систем и технологий полива	700–900



Рис. 3. Оценка водно-экологического стресса (напряженности) в субъектах РФ, определенного по соотношению объемов водозабора и свободного стока (средний многолетний сток минус экологический): а – индекс водно-экологического стресса с учетом местных водных ресурсов, б – индекс водно-экологического стресса с учетом общих водных ресурсов (местный сток плюс транзитный).

северо-западе России. Это усугубляется влиянием внутрироссийских источников атмосферного загрязнения, особенно заметным в виде ареалов загрязнения снежного покрова вокруг городских агломераций. Но и в удалении от этих агломераций содержание в снеге различных примесей может быть существенным. Так, по наблюдениям Института географии РАН, в конце марта 2018 г. на водосборах рек Линды и Кудьмы (притоки Чебоксарского водохранилища) концентрация минерального азота в снежном покрове в лесу была 0.51 мг/л, на сельскохозяйственных угодьях – 0.33, а на урбанизированных территориях –

0.98 мг/л. В годовом водно-биогенном балансе на территории Курской области поступление с атмосферными осадками минерального азота составило в среднем 641, а минерального фосфора – 13 кг/км².

Диффузное загрязнение рек и водоемов, особенно биогенное, во многих случаях существенно больше поступающего со сточными водами. Так, для упомянутых выше рек Кудьмы и Линды диффузное поступление биогенов в речную сеть составляет 75–95% их общего поступления. Диффузное загрязнение водных объектов в значительной мере обусловлено внесением удобрений

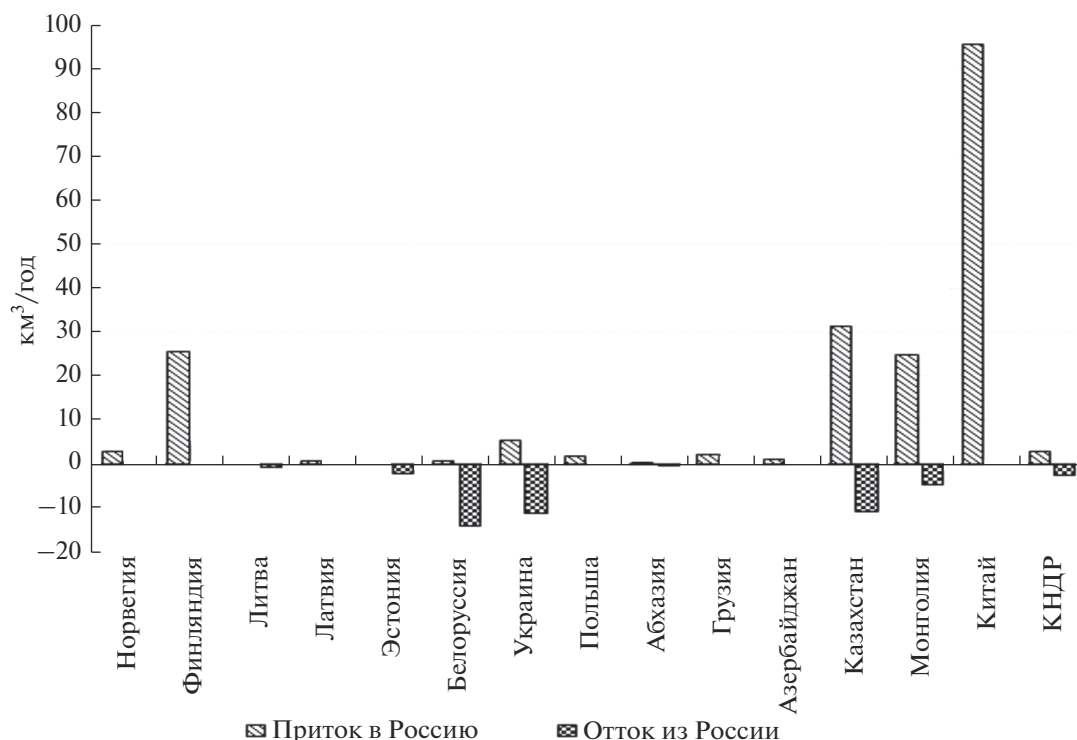


Рис. 4. Речной водообмен России с соседними государствами.

и ядохимикатов на сельскохозяйственных полях, расположенных преимущественно выше площади, занимаемой гидрографической сетью, в которой в основном начинаются процессы самоочищения. Лес также выполняет барьерные, очищающие функции, особенно если он расположен на более низких высотных отметках, чем сельскохозяйственные поля, хотя и является поставщиком биогенов, образующихся в процессе жизнедеятельности лесной растительности, в реки и водоемы.

Конечно, наиболее очевидна роль трансграничного переноса вещества и энергии с водным стоком, называемого, по С.Д. Муравейскому, геостоком, при его сопоставлении по качественному составу с местными водами. Транзитные воды могут быть как более, так и менее загрязненными, чем местные, могут отеплять их, как в случае с реками, текущими с Ю на С, и охлаждать при противоположном направлении течения, если в эту закономерность не вмешивается сброс подогретых сточных вод. Возможны самые разные сочетания, но очевидно, что чем больше разбавление сточных вод, создаваемое транзитным стоком, тем при прочих равных условиях качество природных вод будет лучше. Это видно из рис. 5, на котором сопоставлены ситуации на территории субъектов РФ с разбавлением сточных вод только местным стоком и с учетом транзитно-

го. Как видно, во многих из них с большим и особенно с доминирующим участием транзитного стока ситуация с разбавлением сточных вод кардинально меняется, хотя сохраняется общая закономерность малого разбавления сточных вод в наиболее обжитых районах. Это в общем соответствует картине загрязнения рек и водоемов, получаемой по данным непосредственного определения качества вод. Особый интерес представляют случаи межгосударственного обмена загрязненными сточными водами. Так, согласно [12], приток загрязненных сточных вод в Россию с территории Украины был в 1.5 раза выше, чем отток на Украину. С Казахстаном наблюдалась обратная картина — приток загрязненных сточных вод в Россию почти в 2.9 раза меньше, чем их отток.

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСГРАНИЧНОГО МЕЖРЕГИОНАЛЬНОГО И МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО ВОДООБМЕНА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Основная проблема трансграничного водообмена связана с делением водных ресурсов трансграничных и пограничных рек. Ведь возможны разные подходы — и по объему сформировавшегося стока на территории того или иного района или государства, и по водосборной площади. Необходимо также анализ освоенности водосборной

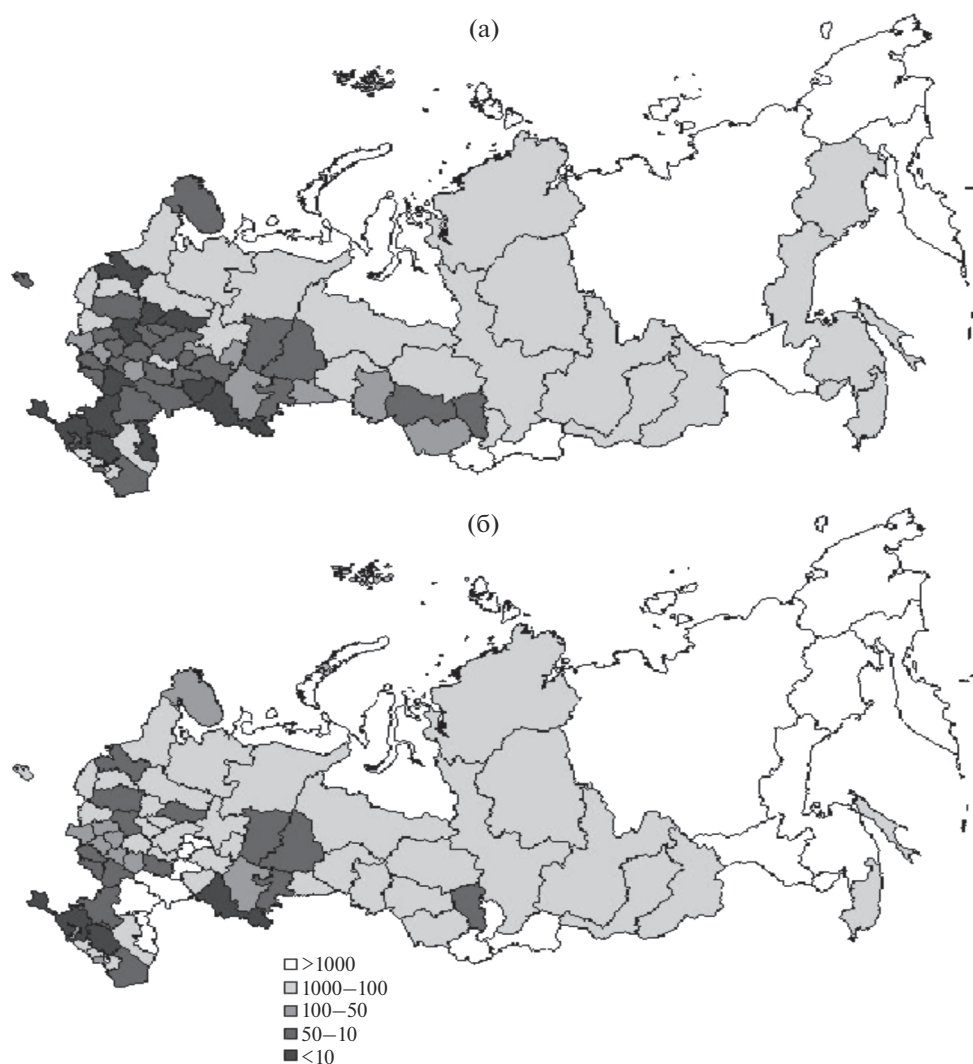


Рис. 5. Кратность разбавления сточных вод речным стоком: а — местным, б — общим речным стоком (с учетом транзитного).

территории, качества вод сформировавшегося стока, положения региона или государства по течению реки и др.

Следующая, а во многих случаях главная проблема — определить, кто и в каком объеме возмещает ущерб, наносимый загрязнением трансграничных и пограничных рек и водоемов. При этом не так просто определить действительный вклад в загрязнение реки различных источников (не только точечных, но и площадных), особенно в условиях, когда еще не утрачена самоочищающая способность рек и водоемов. А как быть с атмосферным загрязнением водосборов, источники которого могут быть на сотни и тысячи километров удалены от места выпадения?

Препятствием могут быть и разные нормативы загрязнения воды, применяемые в отдельных

странах, а также разное природное качество вод. В ряде случаев речная вода имеет природное повышенное содержание железа, меди, других ингридиентов отнюдь не в связи с деятельностью человека. Один из аспектов качества трансграничных рек связан с тем, что водохранилища, построенные в верховьях рек и часто в пределах других государств, задерживают взвеси, наилкок, которые естественным образом удобряли орошаемые пашни в низовьях рек.

Третья проблема, во многом вытекающая из первых двух, — обеспечение приемлемого экологического состояния (в отношении как количества, так и качества вод) трансграничных и пограничных рек и водоемов. Особенно актуален этот вопрос для замкнутых или имеющих слабую связь с Мировым океаном водоемов, например Кас-

пийского, Азовского, Черного и Балтийского морей.

Четвертая крупная проблема, получившая особую актуальность в самое последнее время, — обеспечение общей безопасности населения и хозяйства на территориях, прилегающих к трансграничным и пограничным рекам в условиях возможных природных и антропогенных катаклизмов.

Каждая из указанных проблем связана с целым рядом правовых, экономических и технических вопросов, детальное рассмотрение которых выходит за рамки данной статьи.

Понятно, что весьма остра проблема вододелия и качества воды в малообеспеченных местными водными ресурсами районах с большим водопотреблением. Наиболее острыми стали проблемы загрязнения рек и водоемов. По этому признаку на границах России можно выделить следующие проблемные регионы (речные бассейны). Это район Верхнего Днепра, из которого загрязняющие вещества попадают в Белоруссию и Украину; Нижнего Дона, точнее Северского Донца, с противоположным направлением переноса загрязняющих веществ (с территории Украины); бассейн Урала с преимущественным оттоком загрязняющих веществ в Казахстан; юг Западной Сибири, получающий загрязнения со стоком Иртыша и Ишима; бассейн Селенги, которая несет загрязнения с территории Монголии; бассейн Амура, воды которого загрязняются реками Аргунь, Сунгари и др., текущими с территории Китая.

Необходимо отметить, что основные принципиальные пути решения проблем трансграничного водообмена разработаны уже давно. Например, ряд принципов деления воды сформулирован еще во времена царя Навуходоносора. Если говорить о современном межгосударственном трансграничном водообмене, то наибольшее значение при его регулировании, как следует из анализа международных документов [1, 7, 19], по мнению авторов настоящей статьи, имели следующие:

1. Хельсинские правила использования вод международных рек (1966 г.);
2. Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер, разработанная Европейской экономической комиссией ООН (1992 г.);
3. Соглашение об основных принципах взаимодействия в области рационального использования и охраны трансграничных водных объектов государств — участников СНГ (1998 г.).

В этих документах провозглашен бассейновый подход к решению трансграничных гидрологических проблем. Очень важно, что они основаны на принципе максимального учета интересов стран, расположенных в бассейнах трансграничных рек. Его важная составная часть — положение о возме-

щении ущерба, наносимого в результате нерационального водопользования, нашедшее отражение в формулировке “загрязнитель платит”. Подобные подходы применимы и для субъектов РФ.

В настоящее время во всем мире действует немало бассейновых соглашений между отдельными странами, в которых реализуются идеи указанных выше и других международных договоренностей. В частности, Россия имеет такие соглашения с Финляндией, Эстонией, Белоруссией, Украиной, Азербайджаном, Казахстаном, Китаем. В числе рек, по которым заключены соглашения, — Днепр, Северский Донец, Амур. Есть бассейновые соглашения и между субъектами Российской Федерации, например в бассейне Волги.

Вместе с тем в практической деятельности остается немало нерешенных вопросов. Среди них следующие: учет трансграничного атмосферного переноса загрязняющих веществ, организация и осуществление действительно комплексного мониторинга за состоянием водных ресурсов не только в русловой сети, но и на территории водосборов, рассредоточенного (диффузного) стока. Много неясного остается в расчете современного и особенно — будущего водного баланса трансграничных речных бассейнов и прогнозируемых антропогенных воздействий на водные ресурсы; в расчете современного и будущего вещественного баланса стока трансграничных речных бассейнов, в оценке качественного состава вод на единой методической основе, в составлении комплексных схем рационального использования и охраны водных и связанных с ними земельных и других природных ресурсов.

ВЫВОДЫ

Трансграничный водообмен целесообразно рассматривать как перемещение воды не только через государственные и административные границы, но и через природные, например границы отдельных элементов ландшафта или природных зон. Важная составляющая водообмена — содержание в воде веществ, загрязняющих природную среду. Основная часть атмосферных осадков и содержащихся в них примесей на территории России формируется благодаря влагопереносу западного и северо-западного направления, преобладающего на ее территории. Ветровое перемещение снега, перенос воды и вещества со стоком через границы отдельных элементов ландшафта имеют в основном локальный характер, но важны для понимания процессов формирования и трансформации стока и качества вод. Наибольшую актуальность в настоящее время приобрели вопросы, связанные с водообменом через административные и государственные границы. Выполненный в работе анализ показал значитель-

ную долю трансграничного стока в общих водных ресурсах субъектов РФ.

Для России в целом объем трансграничного притока (~200 км³/год, или немногим >4% общих ресурсов речного стока) в 3–4 раза превышает отток на территории других стран. Наибольший объем притока Россия получает из Китая (>90 км³/год), а наибольший объем оттока из России поступает в Белоруссию (>14 км³/год). В приграничных районах России наиболее проблемные ситуации, связанные с трансграничным переносом воды, главным образом с переносом загрязняющих веществ в ее составе, складываются в верховьях Днепра, в низовьях Северского Донца, в бассейнах Урала, Оби, в том числе Иртыша и Тобола, а также Селенги и Амура.

Принципиальные пути решения трансграничных водных проблем известны (в первую очередь это бассейновые соглашения), но практически они не всегда реализуются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болгов М.В., Демин А.П., Шаталова К.Ю. Институциональные, нормативно-правовые и управленческие аспекты использования трансграничных водных объектов России // Вод. ресурсы. 2016. Т. 43. № 4. С. 442–450.
2. Водные ресурсы и водное хозяйство России в 2017 году (Статистический сборник) / Под ред. Н.Г. Рыбальского, В.А. Омельяненко, А.Д. Думнова. М.: НИА-Природа, 2018. 230 с.
3. Водные ресурсы и водный баланс территории Советского Союза. Л.: Гидрометеиздат, 1967. 199 с.
4. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. И.А. Шикломанова. СПб.: ГГИ, 2008. 600 с.
5. Воскресенский К.П. Норма и изменчивость годового стока рек Советского Союза. Л.: Гидрометеиздат, 1962. 548 с.
6. Государственный доклад “О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2018 году”. М.: НИА-Природа, 2019. 290 с.
7. Гришин Н.Н. Международное речное право: возникновение и перспективы развития в государствах – участниках СНГ // Бюл. “Использование и охрана природных ресурсов в России”. 2001. № 11–12. С. 76–79.
8. Данилов-Данильян В.И., Дёмин А.П., Пряжинская В.Г., Покидышева И.В. Рынки воды и водохозяйственных услуг в мире и Российской Федерации. 1 // Вод. ресурсы. 2015. № 2. С. 229–239.
9. Данилов-Данильян В.И., Дёмин А.П., Пряжинская В.Г., Покидышева И.В. Рынки воды и водохозяйственных услуг в мире и Российской Федерации. 2 // Вод. ресурсы. 2015. № 3. С. 329–342.
10. Зайцева И.С. Маловодные годы в бассейне Волги: природные и антропогенные факторы. М.: ИГ АН СССР, 1990. 184 с.
11. Калинин Г.П. Проблемы глобальной гидрологии. Л., Гидрометеиздат, 1968. 377 с.
12. Клюев Н.Н. Экологические угрозы в Российском приграничье // Изв. РАН. Сер. геогр. 2017. № 1. С. 35–46.
13. Коронкевич Н.И. Водный баланс Русской равнины и его антропогенные изменения. М.: Наука, 1990. 205 с.
14. Коронкевич Н.И. Гидрологический трансграничный перенос в странах СНГ // Трансграничные проблемы стран СНГ. М.: Опус, 2003. С. 22–32.
15. Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А., Георгиади А.Г., Долгов С.В., Зайцева И.С., Какутина Е.А. Оценка антропогенных воздействий на водные ресурсы России // Вестн. РАН. 2019. № 6. С. 603–614.
16. Котляков В.М. Мир снега и льда. М.: Наука, 1994. 286 с.
17. Кузнецова Л.П. Перенос влаги в атмосфере над территорией СССР. М.: Наука, 1978. 91 с.
18. Маркин В.Н. Определение экологически допустимого воздействия на малые реки // Мелиорация и вод. хоз-во. 2005. № 4. С. 8–11.
19. Никанорова А.Д., Егоров С.А. Становление принципов и норм, регулирующих использование государствами трансграничных водных ресурсов // Вод. ресурсы. 2019. Т. 46. № 1. С. 114–120.
20. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. (Ежегодное изд.). СПб., М., 2001–2019.
21. Smakhtin V., Revenga C., Döll P. Taking into account environmental water requirements in global-scale water resources assessments. Comprehensive Assessment Res. Rep. 2. Colombo, Sri Lanka: Comprehensive Assessment Secretariat, 2004. 24 p.