

УДК 556.535.8

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА НА ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ВОДОСБОРОВ МОРЕЙ, ОМЫВАЮЩИХ ЕВРОПЕЙСКУЮ ТЕРРИТОРИЮ РОССИИ

© 2024 г. Н. И. Коронкевич^{1,*}, К. В. Лукьянов^{1,**}

¹Институт географии Российской академии наук, Москва, Россия

*e-mail: koronkevich@igras.ru

**e-mail: kirill.lukyanov.96@mail.ru

Поступила в редакцию 14.03.2024 г.

После доработки 27.06.2024 г.

Принята к публикации 18.07.2024 г.

В статье рассматривается пространственно-временное распределение влияния водохозяйственной деятельности на величину водных ресурсов и качество вод бассейнов морей, омывающих Европейскую территорию страны. В качестве показателя водных ресурсов принят средний многолетний речной сток. Оценивается влияние на него водозабора и безвозвратного водопотребления, а на качество вод – сточных вод (включая возвратные воды с орошаемых полей) как одного из главных источников загрязнения водных ресурсов. Водопотребление и объем сточных вод определены за два года – 1992 г. (время наибольшего антропогенного воздействия для большинства регионов России) и 2020 г. (характеризует современное водопотребление). В основу расчета положены данные водохозяйственной статистики из различных справочников. Показано существенное (почти в два раза) снижение антропогенного воздействия на водные ресурсы в 2020 г. по сравнению с 1992 г. При этом, как и прежде, наиболее напряженная водохозяйственная и гидроэкологическая ситуация складывается в бассейнах Азовского и Каспийского морей, хотя и для отдельных речных бассейнов на водосборах Балтийского, Белого, Баренцева и Чёрного морей она также неблагоприятна, особенно в отношении качества вод.

Ключевые слова: моря, водосборные бассейны, Европейская Россия, речной сток, водное хозяйство, водозабор, безвозвратное водопотребление, сточные воды, качество водных ресурсов, динамика

DOI: 10.31857/S2587556624040077 EDN: RPMTFX

ВВЕДЕНИЕ

Влияние водного хозяйства на водные ресурсы обычно рассматривается применительно к отдельным речным бассейнам или административным единицам. Например, информация по водным ресурсам европейской части страны и их использованию, в значительной степени собранная по форме 2-ТП ВОДХОЗ, была обобщена в различных справочниках, монографиях и статьях, в том числе опубликованных в начале XXI в. Среди них: “Антропогенные воздействия ...” (2003), “Водные ресурсы и их использование” (2008), “Водный кадастр” (2020), “Государственный доклад” (2020), Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество (1982–2020), статьи А.П. Дёмина (2017), К.В. Лукьянова, Н.И. Коронкевича (2022). Несмотря на обширность данных, они нередко противоречивы. Применительно к водосборам морей чаще всего рассматриваются

лишь отдельные элементы воздействия водного хозяйства и не за самые последние годы. В данной статье на основе сведений гидрологической и водохозяйственной статистики предпринята попытка восполнить этот пробел, рассмотрев соотношение показателей водопотребления и величины водных ресурсов для водосборов морей, омывающих Европейскую территорию страны (ЕТС): Балтийского, Чёрного, Азовского, Каспийского и Баренцева с Белым. Рассмотрены средние многолетние величины речного стока, годовые значения водозабора, объема сточных вод (включая возвратные воды с орошаемых земель) и безвозвратного расхода воды, найденного по разнице водозабора и объема сточных вод, а также соотношение величины среднего многолетнего речного стока и показателей водопотребления на уровне 1992 и 2020 гг. Первый из рассматриваемых лет практически характеризует период наибольшего антропогенного воздей-

ствия на водные ресурсы, второй – современный период. Особое внимание уделено водосборам Азовского и Каспийского морей, где складывается наиболее напряженная гидроэкологическая и водохозяйственная ситуация. Исследовались сточные воды, в первую очередь официально признанные загрязненными (сброшенные без очистки и недостаточно очищенные). Такие сточные воды являются главной причиной качественного истощения и загрязнения водных ресурсов. Косвенным показателем уровня загрязнения водных ресурсов служит кратность разбавления сточных вод.

Важно отметить, что в территориальном аспекте рассмотрены два варианта. В первом в состав водосборных бассейнов морей включены только территории, сток с которых формируется и поступает в моря на территории России. Второй вариант включает, помимо учтенных в первом варианте, и те водосборы рассматриваемых морей (верховья Западной Двины и Днепра, бассейн Урала и ряд других территорий), сток на которых формируется в пределах ЕТС, но поступает в моря на территории сопредельных государств. По существу, во втором варианте рассмотрена вся ЕТС, поскольку она состоит из водосборов рассматриваемых морей.

В расчетах используется величина суммарного водозабора из поверхностных и подземных источников, что, по-видимому, несколько преувеличивает воздействие на речной сток. С другой стороны, часть сбрасываемых сточных вод, особенно от теплоэлектростанций, подогрета и увеличивает испарение, а, следовательно, и потери воды для речного стока. Это водохозяйственной статистикой не учитывается, так же, как и забор воды малыми водопотребителями. Поэтому можно предполагать, что некоторое преувеличение безвозвратного расхода из-за водозабора части подземных вод, не связанных с речным стоком, компенсируется.

В данной статье при оценке изменения речного стока учтены и дополнительные потери воды с акваторий водохранилищ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основу работы положены данные водохозяйственных справочников. В качестве показателя водных ресурсов взята средняя многолетняя величина речного притока в моря (норма за 1930–1980 гг.) согласно Справочному изданию 2020 г.¹ (первый вариант, характеризующий сток с водосборов морей, осуществляемый в пределах ЕТС). Для всей водосборной площади морей

(второй вариант) норма стока также за 1930–1980 гг. рассчитана авторами. При этом полезными оказались сведения о водообмене между речными бассейнами и административными единицами (районами и областями), содержащимися в работе². Водозабор в бассейнах морей и сброс сточных вод за 1992 и 2020 гг. определены в основном суммированием соответствующих сведений по основным речным бассейнам и административным единицам, расположенным в пределах водосборных площадей, представленным главным образом в справочниках Государственного водного кадастра за эти годы. Водозабор, безвозвратный расход и объем сточных вод также приведены в двух вариантах применительно к указанным выше водосборным площадям. Безвозвратный расход находился, как уже отмечено ранее, по разнице водозабора и величины сброса сточных вод. Потери воды на дополнительное испарение с акватории водохранилищ приведены в Государственном водном кадастре 1992 и 2020 гг. Соответствующие данные, как и недостающие сведения в указанных выше справочниках по водопотреблению и сбросу сточных вод, дополнялись из монографии (Водные ..., 2008), из Схем комплексного использования и охраны водных ресурсов и из приведенных выше литературных источников.

Основные методы анализа исходной информации: статистический и сравнительный географо-гидрологический.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 1 представлен средний многолетний речной приток в рассматриваемые моря.

Как видно, общая величина среднего многолетнего притока по первому варианту расчета составляет почти 821 км³ в год (или 20% всех ресурсов речного стока России – 4223.2 км³ в год по Водному кадастру³). Более половины объема стока приходится суммарно на Белое и Баренцево моря. На втором месте по величине притока – Каспийское море. Значительно уступает им приток в Балтийское, Азовское и особенно Чёрное моря. Но отметим еще раз, что в первый вариант не включен сток, не попадающий в моря на территории России, а также сток пограничных рек Немана и Нарвы. Если же учесть сток с территории России, попадающий в моря через другие страны (вариант 2 в табл. 1) приток в Балтийское море возрастает на 38 км³ в год, в Чёрное – на 20, в Каспийское – на 9 км³. Поступление речного стока, сформированно-

² Водные ресурсы и водный баланс территории СССР. Ленинградиздат, 1967. 200 с.

³ Водный кадастр. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество: Ежегод. изд. 2020 г. СПб.: ООО «Победа», 2021. 153 с.

го в российской части водосборов, в Азовское, Белое и Баренцево моря практически целиком осуществляется в пределах российской территории. Таким образом, общий средний многолетний сток с водосборных территорий морей, а фактически с территории ЕТС можно оценить по второму варианту в размере 888 км³ в год (21% общего стока рек России), что примерно на 8% больше, чем по первому варианту расчета. Соотношение вклада водосборных территорий в величину общего стока во втором варианте расчета по сравнению с первым вариантом в целом сохраняется при некотором возраста-

нии доли водосборов в основном Балтийского и Чёрного морей.

Водозабор в первом варианте в 1992 г. составлял 69 км³, во втором — почти 74 км³ (табл. 2), то есть соответственно 8.4 и 9% величины среднего многолетнего стока.

В 2020 г. водозабор снизился по обоим вариантам в среднем в 1.8 раза, главным образом в результате экономического спада, обусловленного распадом СССР. Близкие величины снижения водозабора к 2020 г. по сравнению с 1992 г. имели место и для водосборов отдельных морей. Для бассейнов Чёрного, Балтийского и особен-

Таблица 1. Средний многолетний речной сток с Европейской территории России по бассейнам морей

Вариант расчета	Показатель речного стока	Бассейн моря					
		Балтийское	Чёрное	Азовское	Каспийское	Белое и Баренцево	Суммарно
Первый	Объем речного стока, км ³ /год	82.1	9.7	40.3	244.8	444	820.9
	Доля от суммарного речного стока, %	10	1	5	30	54	100
Второй	Объем речного стока, км ³ /год	120	30	40.3	254	444	888
	Доля от суммарного речного стока, %	14	3	5	28	50	100

Примечание: первый вариант по справочному изданию “Водный кадастр Российской Федерации. Реки и озера Российской Федерации (Ресурсы, режим и качество воды) 2020 г.”; второй вариант — по расчетам авторов.

Таблица 2. Водозабор в бассейнах морей и его влияние на речной сток с Европейской территории России

Год	Показатели водозабора	Балтийское море	Чёрное море	Азовское море	Каспийское море	Белое и Баренцево моря	Суммарно
Первый вариант							
1992	Водозабор, км ³ /год	1.5	0.4	21.5	40.7	5.2	69.3
	% от суммарного водозабора	2.2	0.6	31.0	58.7	7.5	100
	% от речного стока	1.8	4.1	53.3	16.6	1.2	8.4
2020	Водозабор, км ³ /год	0.8	0.2	12.3	22.6	2.9	38.8
	% от суммарного водозабора	2.1	0.5	31.7	58.2	7.5	100
	% от речного стока	1.0	2.1	30.5	9.2	0.7	4.7
Второй вариант							
1992	Водозабор, км ³ /год	1.65	1.15	22.1	43.7	5.2	73.8
	% от суммарного водозабора	2.2	1.6	30.0	59.2	7.0	100
	% от речного стока	2.0	11.9	54.8	17.9	1.2	9.0
2020	Водозабор, км ³ /год	0.85	0.6	12.6	23.6	2.9	40.6
	% от суммарного водозабора	2.1	1.5	31.1	58.2	7.2	100
	% от речного стока	1.0	6.2	31.3	9.6	0.7	4.9

но Белого и Баренцева морей водозабор составил весьма небольшую часть речного притока в них. Наиболее велика она для водосборов Каспийского и особенно Азовского морей, составляя соответственно 16–18 и 53–55% в 1992 г. и 9–10 и 31% в 2020 г., что обусловлено главным образом интенсивным антропогенным воздействием, в том числе значительно большим, чем на водосборах других морей, развитием орошаемого земледелия – крупного водопотребителя.

Общий *безвозвратный расход* воды при водопотреблении по обоим вариантам расчета составил в 1992 г. 25.5 и 27 км³ в год – несколько более 36% общего водопотребления и 3% величины речного стока, в 2020 г. – менее 2% стока (табл. 3).

С учетом дополнительного испарения с акваторий водохранилищ, наиболее существенного в бассейнах Азовского и Каспийского морей, это соотношение возрастает примерно на 1%. В бассейнах Каспийского и Азовского морей суммарный безвозвратный расход превы-

Таблица 3. Безвозвратный расход воды в бассейнах морей и его влияние на речной сток

Год	Показатели безвозвратного водопотребления	Балтийское море	Чёрное море	Азовское море	Каспийское море	Белое и Баренцево моря	Суммарно
Первый вариант							
1992	Объем безвозвратного водопотребления, км ³ /год	1.0	0.18	10.2	13.7	0.4	25.5
	% от суммарного безвозвратного водопотребления	3.9	0.8	40.0	53.7	1.6	100
	% от суммарного с учетом дополнительного испарения с акватории водохранилищ	2.9	0.6	36.5	59.4	0.6	100
2020	Объем безвозвратного водопотребления, км ³ /год	0.5	0.1	5.8	7.6	0.2	14.2
	% от суммарного безвозвратного водопотребления	3.5	0.7	40.9	53.5	1.4	100
	% от суммарного с учетом дополнительного испарения с акватории водохранилищ	2.6	0.6	34.8	60.9	1.1	100
Второй вариант							
1992	Объем безвозвратного водопотребления, км ³ /год	1.1	0.65	10.5	14.3	0.4	27.0
	% от суммарного безвозвратного водопотребления	4.1	2.4	39.0	53.0	1.5	100
	% от суммарного водопотребления с учетом дополнительного испарения с акватории водохранилищ	3.2	1.9	35.6	57.8	1.5	100
2020	Объем безвозвратного водопотребления, км ³ /год	0.5	0.3	5.95	7.9	0.2	14.85
	% от суммарного безвозвратного водопотребления	3.4	2.0	40.1	53.2	1.3	100.0
	% от суммарного водопотребления с учетом дополнительного испарения с акватории водохранилищ	2.5	1.5	34.7	60.2	1.1	100.0

сил в 1992 г. соответственно 8 и 31% от речного стока. В 2020 г. общий безвозвратный расход со всей водосборной территории морей снизился в среднем в 1.5 раза. Соответственно снизилось и его влияние на речной сток, составив для безвозвратного расхода с территории ЕТС по двум вариантам около 3%, с водосбора Азовского моря более 20%, Каспийского – около 6%. Это снижение несколько меньше в процентном соотношении, чем снижение водозабора за счет того, что число водохранилищ осталось почти тем же, как и дополнительное испарение с их акваторий, если не учитывать климатические особенности сравниваемых лет (рис. 1).

Суммарно *сточные воды* на всей рассматриваемой территории составили в 1992 г. по обоим вариантам несколько более 63% водозабора, как и в 2020 г., но объем их в 2020 г. снизился почти в 1.8 раза (табл. 4).

Более 90% всех сточных вод в 1992 г. по первому варианту и около 88% по второму приходилось на долю Каспийского и Азовского водосборов. В 2020 г. – соответственно 87.4 и 87%. Сточные воды, официально признанные загрязненными, составили в 1992 г. 35% общего их объема в ЕТС по обоим вариантам. В 2020 г. доля загрязненных сточных вод несколько снизилось – до 27% по первому варианту расчета и до 31% – по второму при общем уменьшении их объема почти в 2.3 раза по первому варианту и в 2 раза – по второму. В бассейне Азовского моря загрязненные сточные воды в 1992 г. по обоим вариантам составили около 26%, в 2020 г. – 17%. В бассейне Каспийского моря эта доля составила в 1992 г. 41% (первый вариант) и 38% (второй вариант), в 2020 г. произошло снижение до 32%. Более высокая доля загрязненных вод на Каспийском водосборе по

сравнению с Азовским связана с большей долей промышленных сточных вод, тогда как на водосборе Азовского моря значительную часть в общем объеме сброса составляют несколько более чистые возвратные воды с орошаемых полей (рис. 2).

Рассмотрим теперь *кратность разбавления* сточных вод, в том числе загрязненных. Она весьма велика для водосборов Балтийского и суммарно Белого и Баренцева морей, по общему объему сточных вод она составила в 1992 г. соответственно 160–200 и 90 раз, в 2020 г. – в 280–340 и 160 раз, а загрязненных вод – в еще большее число раз. Значительно меньше общая для всех водосборов морей кратность разбавления сточных вод в 1992 г. – 19 раз (по обоим вариантам расчета), загрязненных – 53–55 раза. В 2020 г. соответствующая кратность разбавления всех сточных вод составила 33–34 раза, загрязненных – 110–120 раз. Кроме водосборов Балтийского, Белого и Баренцева морей велика кратность разбавления сточных вод и в бассейне Чёрного моря. Все сточные воды в 1992 г. в первом варианте разбавляются более чем в 40 раз, во втором – в 60 раз; загрязненные воды соответственно почти в 100 и в 75 раз. В 2020 г. – по обоим вариантам в 100 раз. Гораздо меньше сточные воды разбавлялись в Каспийском и особенно Азовском бассейнах. В Каспийском кратность разбавления всех сточных вод в первом и втором вариантах в 1992 г. составила около 9 раз, загрязненных – 22 раза, в 2020 г. соответственно 19 и 16, а загрязненных – 50 раз. Азовский бассейн в 1992 г. характеризуется наименьшей кратностью разбавления сточных вод; всех – в 3–4 раза, загрязненных – в 14 раз. В 2020 г. кратность разбавления всех сточных вод возросла до 6 раз, а загрязненных – до 35–36 раз.

Таким образом, в 2020 г. в связи с уменьшением как общего количества сточных вод, так и загрязненных, кратность их разбавления повысилась.

В принципе же разбавление сточных вод как в 1992 г., так и в 2020 г. было ниже, если учитывать, что фактический речной сток был меньше за счет безвозвратных изъятий. Рассмотрим складывающуюся при этом ситуацию на примере второго варианта расчета (рис. 3).

Из ее анализа следует, что она в целом близка к той, которая рассмотрена выше. Так, кратность разбавления сточных вод составляет для всей территории в 1992 г. 18 раз, в 2020 г. – 34 раза, она остается высокой для водосборов Балтийского, Чёрного, Белого и Баренцева морей, но значительно более низкой для бассейнов Азовского и Каспийского морей, составляя для водосбора Каспийского моря в 1992 г. 8, для Азовского – всего 2 раза, а для загрязненных соответственно 21 и 9 раз. В 2020 г. кратность разбавления 15 и 5 раз для всех сточных вод и почти 50 и 30 – для загрязненных вод. Таким образом, наиболее сложная

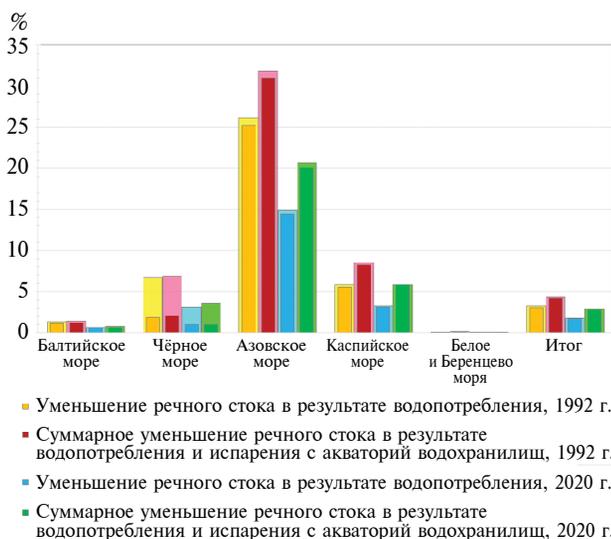


Рис. 1. Уменьшение речного стока.

Примечание: более светлым цветом показан второй вариант расчета.

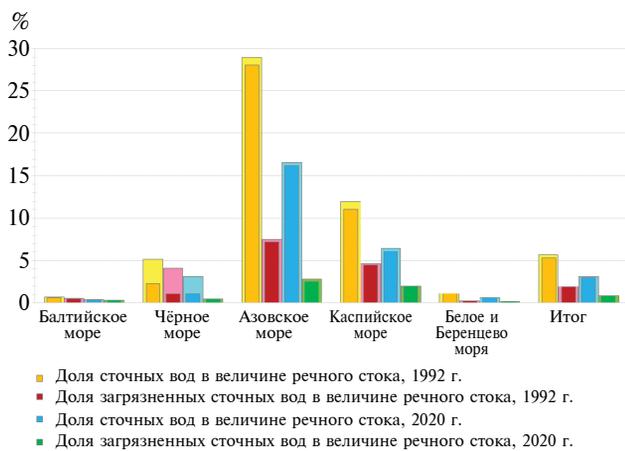


Рис. 2. Соотношение сточных вод в речном стоке.

Примечание: более светлым цветом показан второй вариант расчета.

водохозяйственная и гидроэкологическая ситуации складываются в Азовском и Каспийском регионах, несмотря на то что величина речного стока превосходит здесь величину водозабора, безвозвратного расхода и объема сточных вод. Известно, что запросы многих водопотребителей и водопользователей не удовлетворялись здесь полностью как в 1992 г., так и в 2020 г., особенно в районах крупных городских агломераций и низовьях рек, впадающих в Азовское и Каспийское моря. Во многом неудовлетворительная ситуация объясняется тем, что Каспийское море не имеет связи с Мировым океаном, а связь Азовского моря с ним весьма затруднена, и их экосистемы весьма чувствительны к тому, что происходит на водосборах. Казалось бы, гораздо более благополучна ситуация в бассейнах других морей. В количественном аспекте с такой оценкой можно полностью согласиться, но в отношении качества вод это не совсем так, несмотря на большую кратность разбавления сточных вод. В работе (Решетняк, 2023) показано, что на большей части ЕТС даже на современном уровне и тем более в конце 20-го столетия отмечается превышение ПДК по целому ряду показателей. Конечно, где-то сказываются природные особенности, например, повышенное природное содержание отдельных ингредиентов (железа, меди и др.), влияние диффузного загрязнения, которое как показано в работе (Диффузное ..., 2020) соизмеримо или даже превосходит влияние точечных источников загрязнения, а также судоходства, лесосплава, атмосферных выпадений на водное зеркало. Сопоставим полученные кратности разбавления сточных вод со шкалой соответствия кратности разбавления сточных вод классу воды по гидроэкологическим показателям (Коронкевич и др., 1995). Согласно ей, относительно чистыми можно считать природные воды при условии разбавления общего объема сточных вод более чем в 500 раз, а загрязненных — более

чем 1000 раз, слабозагрязненными — соответственно от 15 до 500 и от 50 до 1000 раз, например для вод, содержащих нефтепродукты. Согласно этой шкале к среднезагрязненным сточным водам относятся природные воды с кратностью разбавления всех сточных вод от 5 до 15 раз, загрязненных — от 10 до 50 раз, к сильнозагрязненным соответственно менее 5 и менее 10 раз. Это сопоставление подтверждает высокую степень загрязненности значительной части водных ресурсов на водосборах рассматриваемых морей. При этом следует иметь в виду, что испытывавшие ту или иную антропогенную нагрузку сточные воды называют не чистыми, а условно чистыми или нормативно очищенными, нормативно чистыми, поскольку они все же содержат определенную, пусть нормативно приемлемую, величину загрязняющих веществ. Кроме того, эти воды нередко, особенно поступающие от тепловых станций, подогреты и при большом их количестве негативно влияют на качество природных вод. Весьма условна граница между условно чистыми и загрязненными сточными водами, доказательством чего служит волевое решение, принятое в СССР в конце 1980-х годов, о переводе части нормативно очищенных и нормативно чистых сточных вод в категорию загрязненных, что сказалось и на соответствующей водохозяйственной статистике.

Исходя из изложенного, относительно большая величина кратности разбавления сточных вод на водосборах Балтийского, Чёрного, Белого и Беренцева морей, даже на уровне 2020 г., все же не свидетельствует о высоком качестве вод притекающего к ним речного стока, хотя оно в целом несомненно выше, чем на водосборах Азовского и Каспийского морей. Невысокие же кратности разбавления сточных вод в Каспийском и Азовском регионах бесспорно указывают на большую степень загрязнения водных объектов в их бассейнах, что подтверждается данными

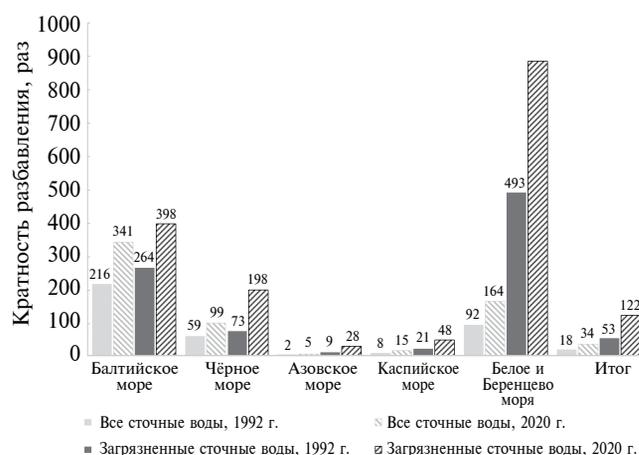


Рис. 3. Кратность разбавления сточных вод в бассейнах морей ресурсами речного стока за вычетом безвозвратных изъятий воды.

Таблица 4. Объем сточных вод в бассейнах морей и его соотношение с речным стоком

Год	Показатель	Балтийское море	Чёрное море	Азовское море	Каспийское море	Белое и Баренцево моря	Суммарно
Первый вариант							
1992	Объем сточных вод, км ³ /год	0.5	0.22	11.3	27.0	4.8	43.8
	Доля от суммарного объема сточных вод, %	1.1	0.5	25.8	61.6	11.0	100
	Объем загрязненных сточных вод, км ³ /год	0.4	0.1	2.9	11.1	0.9	15.4
	Доля от суммарного объема загрязненных сточных вод, %	2.6	0.7	18.8	72.1	5.8	100
2020	Объем сточных вод, км ³ /год	0.3	0.1	6.5	15.0	2.7	24.6
	Доля от суммарного объема сточных вод, %	1.2	0.4	26.4	61.0	11.0	100
	Объем загрязненных сточных вод, км ³ /год	0.3	0.05	1.1	4.8	0.5	6.8
	Доля от суммарного объема загрязненных сточных вод, %	4.4	0.8	16.3	71.1	7.4	100.0
Второй вариант							
1992	Объем сточных вод, км ³ /год	0.55	0.5	11.6	29.4	4.8	46.85
	Доля от суммарного объема сточных вод, %	1.2	1.1	24.8	62.7	10.2	100
	Объем загрязненных сточных вод, км ³ /год	0.45	0.4	3.0	11.3	0.9	16.05
	Доля от суммарного объема загрязненных сточных вод, %	2.8	2.5	18.7	70.4	5.6	100
2020	Объем сточных вод, км ³ /год	0.35	0.3	6.65	15.7	2.7	25.7
	Доля от суммарного объема сточных вод, %	1.3	1.2	25.9	61.1	10.5	100
	Объем загрязненных сточных вод, км ³ /год	0.3	0.15	1.15	5.0	0.5	7.1
	Доля от суммарного объема загрязненных сточных вод, %	4.2	2.1	16.2	70.4	7.1	100

непосредственных наблюдений в 2020 г. за качеством воды в бассейнах Волги и Дона, содержащихся в (Обзор ..., 2021) и других источниках.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрение водохозяйственной и гидроэкологической ситуации на водосборах морей, омывающих европейскую часть России, позволяют оценить интегральную ситуацию и на всей ее территории. Из 888 км³ в год среднего многолетнего речного стока, формирующегося на ЕТС (второй вариант расчета), что составляет 21% стока с территории России и на 8% больше, чем по первому варианту расчета, лишь 1/3 приходится на долю водосборов Азовского (около 5%) и Каспийского (около 30%) морей. Здесь последствия водохозяйственной деятельности сказываются наиболее остро еще и из-за повышенной антропогенной нагрузки на водные ресурсы. На долю этих водосборов приходилось и в 1992 г., и в 2020 г. примерно 90% водозабора, безвозвратного расхода и объема сточных вод, в том числе загрязненных, а с учетом дополнительно испарения с акватории водохранилищ безвозвратный расход составил около 95% общей его величины для всей ЕТС. Если процентное соотношение по указанным показателям в 2020 г. по сравнению с 1992 г. в основном сохранилось, то в объемном выражении (км³/год) к 2020 г. почти повсеместно произошло уменьшение водозабора, безвозвратного расхода и объема всех сточных вод в среднем в 1.8 раза, причем загрязненных – более чем в 2 раза.

При этом общий средний многолетний речной сток в результате безвозвратных изъятий снизился в 1992 г. примерно на 4%, на водосборе Каспийского моря несколько более чем на 8%, на водосборе Азовского моря на 30–32%. Антропогенное снижение общего стока на ЕТС в 2020 г. составило около 3%, на водосборе Каспийского моря – около 6%, а в бассейне Азовского моря – 20–21%. В процентном отношении к величине относительного уменьшения стока в бассейне Каспийского моря приближается водосбор Чёрного моря с учетом территории в верховьях Днепра. На водосборах других морей уменьшение речного стока как в 1992 г., так и в 2020 г. составило величины, близкие к 1% или меньше. Если судить по кратности разбавления сточных вод, в том числе загрязненных, то в сторону наименьших значений также выделяются Азовский и Каспийский бассейны. При средней кратности разбавления сточных вод ресурсами стока за вычетом безвозвратного расхода для всей территории Европейской России в 1992 г. несколько более 19 раз, в Каспийском бассейне соответствующая величина составила 8 раз, а в Азовском – всего 2 раза, при разбавле-

нии загрязненных сточных вод соответственно несколько более 50, 20 и около 10 раз. В 2020 г. эти показатели составили соответственно 122, 48 и 28 раз. В других бассейнах кратность разбавления сточных вод гораздо выше, чем на водосборах Азовского и Каспийского морей. Однако выявленные большие кратности разбавления не дают основания считать воды на этих водосборах чистыми, не говоря уже об отдельных местах повышенной антропогенной нагрузки.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках темы государственного задания Института географии РАН FMWS-2024-0007 (1021051703468-8).

FUNDING

The research was carried out within the framework of State assignment of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences no. FMWS-2024-0007 (1021051703468-8).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия. М.: Наука, 2003. 344 с.
- Бабкин В.И., Балонишников Ж.А.* Водный баланс, водные ресурсы и использование вод в крупнейших речных бассейнах России // Вопросы географии. Сб. 145. Гидрологические изменения. М., 2018. С. 35–48.
- Водные ресурсы России и их использование / под ред. И.А. Шикломанова. СПб.: Гос. гидрол. ин-т, 2008, 600 с.
- Государственный докл. “О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году”. М.: Минприроды России; МГУ имени М.В. Ломоносова, 2021. 864 с.
- Государственный докл. “О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2018 году”. М.: НИА-Природа, 2019. 290 с.
- Демин А.П.* Сточные воды и качество воды в бассейне реки Волги (2000–2015 гг.) // Ученые записки Рос. гос. гидрометеорологического ун-та. 2017. № 48. С. 55–71.
- Демин А.П.* Водопотребление и водоотведение в бассейне реки Волги, их влияние на качество воды // Изв. РАН. Сер. геогр. 2023. № 6. С. 847–861.
- Диффузное загрязнение водных объектов: проблемы и решения. Колл. монография под рук. В.И. Данилова-Данильяна. М.: РАН, 2020. 512 с.
- Коронкевич Н.И., Зайцева И.С., Китаев Л.М.* Негативные гидроэкологические ситуации // Изв. РАН. Сер. геогр. 1995. № 1. С. 43–53.
- Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А., Зайцева И.С.* Вода и человек. М.: Изд-во “Перо”, 2022. 324 с.

Коронкевич Н.И., Черногаева Г.М., Долгов С.В., Кашутина Е.А., Барабанова Е.А., Лукьянов К.В. Антропогенно-измененные воды, поступающие в водные объекты в бассейне Дона // Метеорология и гидрология. 2023. № 6. С. 74–82.

Лукьянов К.В., Коронкевич Н.И. Особенности распределения сточных и возвратных вод на территории Европейской части России // Изв. РАН. Сер. геогр. 2022. № 5. С. 763–778.

Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2020 год. М., 2021. 205 с.

Решетняк О.С. Пространственно-временные закономерности трансформации химического состава и качества речных вод в Европейской части

России. Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. Ростов-на-Дону, 2023. 46 с.

Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Ежегод. изд. Л.—СПб., 1982–2020.

Черногаева Г.М., Журавлева Л.Р., Малеванов Ю.А. Интегральная оценка качества воды в бассейне Волги по данным мониторинга в XXI в. // Изв. РАН. Сер. геогр. 2023. № 6. С. 875–884.

Шаноренко С.И. Многолетняя изменчивость показателей водохозяйственной деятельности на водосборах и ее возможное влияние на качество вод в устьях северных рек // Вопросы географии. Сб. 157. Водные проблемы и их решение. М., 2023. С. 58–80.

The Impact of Water Management on the Water Resources of the Sea Basins on the European Russia

N. I. Koronkevich^{a, *} and K. V. Lukyanov^{a, **}

^a*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

^{*}*e-mail: koronkevich@igras.ru*

^{**}*e-mail: kirill.lukyanov.96@mail.ru*

The article examines the features of the spatial and temporal distribution of the influence of water management activities on the quantity of water resources and the quality of water in the basins of the seas washing the European Russia's territory. As an indicator of water resources, the average long-term flow of rivers is used. The influence of water withdrawal and water consumption on it is assessed, as well as the impact on water quality of wastewater (including return water from irrigated fields) as one of the main sources of pollution of water resources. Water consumption and the wastewater volume are determined for two years: 1992 (the time of maximum water use for most regions of Russia) and 2020 (characterizing modern water use). The calculation is based on water management statistics data obtained from various reference books. A significant (almost double) decrease of anthropogenic impact on water resources in 2020 compared to 1992 is shown. However, as before, the most tense water management and hydroecological situation arises in the basins of the Azov and Caspian seas, although it is also unfavorable for individual river basins of the Baltic, White, Barents, and Black seas' watersheds, especially in terms of water quality.

Keywords: seas, catchment basins, European Russia, river runoff, water management, withdrawal, water consumption, wastewater, water resource quality, dynamics

REFERENCES

- Antropogennyye vozdeistviya na vodnye resursy Rossii i sopedel'nykh gosudarstv v kontse XX stoletiya* [Anthropogenic Impacts on Water Resources in Russia and Neighboring Countries at the End of the 20th Century]. Moscow: Nauka Publ., 2003. 344 p.
- Babkin V.I., Balonishnikova Zh.A. Water balance, water resources and water use in the largest river basins of Russia. In *Voprosy geografii, Sb. 145: Gidrologicheskie izmeneniya* [Problems of Geography. Vol. 145: Hydrological Changes]. Moscow, 2018, pp. 35–48. (In Russ.).
- Chernogaeva G.M., Zhuravleva L.R., Malevanov Yu.A. Integral assessment of water quality in the Volga basin based on monitoring data in the 21st century. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2023, no. 6, pp. 875–884. (In Russ.).
- Demin A.P. Wastewater and water quality in the Volga River basin (2000–2015). *Uchen. Zapis. Ross. Gos. Gidromet. Univ.*, 2017, no. 48, pp. 55–71. (In Russ.).
- Demin A.P. Water consumption and water disposal in the Volga River basin, their influence on water quality. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2023, no. 6, pp. 847–861. (In Russ.).
- Diffuznoe zagryaznenie vodnykh ob'ektov: problemy i resheniya* [Diffuse Pollution of Water Bodies: Problems and Solutions]. Moscow: Ross. Akad. Nauk, 2020. 512 p.
- Gosudarstvennyi doklad "O sostoyanii i ispol'zovanii vodnykh resursov Rossiiskoi Federatsii v 2018 godu"* [State Report "On the State and Use of Water Resources of the Russian Federation in 2018"]. Moscow: NIA-Priroda, 2019. 290 p.
- Gosudarstvennyi doklad "O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchei sredy Rossiiskoi Federatsii v 2020"*

- godu” [State Report “On the State and Protection of the Environment of the Russian Federation in 2020”]. Moscow: Minprirody Rossii; Mosk. Gos. Univ., 2021. 864 p.
- Koronkevich N.I., Barabanova E.A., Zaitseva I.S. *Voda i chelovek* [Water and Man]. Moscow: Pero Publ., 2022. 324 p.
- Koronkevich N.I., Chernogaeva G.M., Dolgov S.V., et al. Anthropogenically changed water entering water bodies in the Don Basin. *Russ. Meteorol. Hydrol.*, 2023, vol. 48, pp. 541–547.
<https://doi.org/10.3103/S1068373923060067>
- Koronkevich N.I., Zaitseva I.S., Kitaev L.M. Negative hydroecological situations. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 1995, no. 1, pp. 43–53. (In Russ.).
- Luk’yanov K.V., Koronkevich N.I. Features of the distribution of waste and return waters on the territory of the European part of Russia. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 2022, no. 5, pp. 763–778. (In Russ.).
- Obzor sostoyaniya i zagryazneniya okruzhayushchei sredy v Rossiiskoi Federatsii za 2020 god* [Review of the State and Pollution of the Environment in the Russian Federation for 2020]. Moscow, 2021. 205 p.
- Reshetnyak O.S. Spatiotemporal patterns of transformation of the chemical composition and quality of river waters in the European part of Russia. *Extended Abstract of Dr. Sci. (Geogr.) Dissertation*. Rostov-on-Don, 2023. 46 p.
- Resursy poverkhnostnykh i podzemnykh vod, ikh ispol’zovanie i kachestvo: Ezhegod.* [Surface and Groundwater Resources, Their Use and Quality: Annually]. St. Petersburg, 1982–2020.
- Shaporenko S.I. Long-term variability of indicators of water management activities in watersheds and its possible impact on water quality at the mouths of northern rivers. In *Voprosy geografii. Sb. 157: Vodnye problemy i ikh reshenie* [Problems of Geography. Vol. 157: Water Problems and Their Solutions]. Moscow, 2023, pp. 58–80. (In Russ.).
- Vodnye resursy Rossii i ikh ispol’zovanie* [Water Resources of Russia and Their Use]. Shklomanov I.A., Ed. St. Petersburg: Gos. Gidrolog. Inst., 2008. 600 p.