

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 556.18.(282.247.41)

ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ВОЛГИ, ИХ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ

© 2023 г. А. П. Демин*

Институт водных проблем РАН, Москва, Россия

**e-mail: deminar@mail.ru*

Поступила в редакцию 29.05.2023 г.

После доработки 15.06.2023 г.

Принята к публикации 11.07.2023 г.

Цель исследования — оценка изменения объемов водопотребления и водоотведения в бассейне р. Волги и ее основных притоков в 1990–2021 гг. в связи с изменяющимися условиями, а также их влияние на качество воды. Исходными материалами служили данные Федерального агентства водных ресурсов России (Росводресурсы) по разнообразным водохозяйственным показателям и данные автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов. Для оценки качества поверхностных вод привлекались материалы региональных природоохранных ведомств, материалы Роспотребнадзора. Использовались данные региональных ФГБУ по оценке состояния орошаемых сельскохозяйственных угодий. Выявлено, что с 1990 по 2021 г. забор пресной воды в бассейне р. Волги сократился в 2.3 раза. Коэффициент водооборота вырос с 79.5 до 86.7%. В последние годы начался рост площади орошаемых земель. Среднесуточное удельное водопотребление на 1 жителя снизилось во всех регионах в результате внедрения приборов учета воды и водосберегающей техники в жилищно-коммунальном хозяйстве. Выявлено, что доля загрязненных вод в общем объеме отводимых вод снизилась с 47.3% в 1990 до 43.4% в 2021 г., но в бассейнах некоторых притоков Волги она выросла. До нормативов сейчас очищается только каждый шестой кубометр загрязненной воды, подлежащей очистке. Установлено, что количество основных загрязняющих веществ, сброшенных со сточными водами, снизилось за 1990–2021 гг. в десятки раз. Хотя и произошел существенный прирост мощностей очистных сооружений за годы действия Федерального проекта “Оздоровление Волги” (2019–2021 гг.), по 6 из 12 важнейших веществ за этот период отмечается рост загрязнений. Несмотря на снижение контролируемой массы поступающих загрязняющих веществ, улучшения качества поверхностных вод в целом не наблюдается, что говорит о росте загрязнений, поступающих от диффузных источников и, возможно, донных отложений.

Ключевые слова: речные бассейны, орошение земель, водопотребление, сточные воды, качество речных вод, сброс загрязняющих веществ, очистные сооружения

DOI: 10.31857/S2587556623060055, **EDN:** EGCKAJ

ВВЕДЕНИЕ

Волга — крупнейшая река Европы. Водосборная площадь ее бассейна составляет, по разным оценкам, от 1360 до 1431 тыс. км², что равняется почти трети европейской части нашей страны. Из-за выгодного экономико-географического положения, полноводности и большой протяженности Волга всегда была главной рекой России. В ее бассейн входят полностью или частично территории 38 субъектов Российской Федерации, в том числе 8 республик, 29 областей и Москва.

Хотя Волжский бассейн занимает только 8% территории РФ, это важнейший в экономическом отношении регион России. Расчеты, выполненные нами на основе обработки статистиче-

ских материалов Росстата¹, показывают, что здесь располагается 32% посевов сельскохозяйственных культур, 45% основных фондов, производится почти половина валового регионального продукта России, что определяет высокую степень антропогенной нагрузки (табл. 1). На начало 2023 г. на территории бассейна проживало 61.3 млн человек (41.8% населения страны), из них 49.5 млн — в городах. На долю Волги и ее притоков приходится более 70% грузооборота речного транспорта России. Водохранилища каскада обеспечивают с высокой степенью надежности водоснабжение городов и промышленных узлов, а также широко

¹ Сайт Федеральной службы государственной статистики. <http://www.gks.ru> (дата обращения 16.05.2023).

Таблица 1. Основные показатели социально-экономического развития субъектов РФ в бассейне р. Волги

Регион	Число субъектов РФ*	Площадь территории в пределах бассейна, тыс. км ²	Численность населения на 01.01.2023 г., тыс. чел.			Основные фонды отраслей экономики на конец 2021 г., млрд руб.	Валовой региональный продукт, 2020 г., млрд руб.	Площадь посевов сельскохозяйственных культур, 2021 г., тыс. га
			всего	городское	сельское			
Верхняя Волга	27/10	648.0	39033.0	32719.9	6313.1	133655.3	32632.5	10640.4
Кама	14/1	504.3	11 519.2	8271.4	3247.8	24249.6	5721.0	6445.1
Нижняя Волга	9/2	278.3	10713.0	8511.7	2201.3	20857.7	5231.0	8468.8
Всего по бассейну Волги	38/17	1430.7	61 265.2	49 503.0	11 762.2	178 762.6	43 584.5	25 554.3
Бассейн Волги, % от РФ		8.4	41.8	45.1	32.0	44.7	46.5	31.8
Часть бассейна, % от всего бассейна								
Верхняя Волга		45.3	63.7	66.1	53.7	74.8	74.9	4.6
Кама		35.2	18.8	16.7	27.6	13.6	13.1	25.2
Нижняя Волга		19.5	17.5	17.2	18.7	11.7	12.0	33.2

Примечание. * Числитель — общее количество субъектов Федерации, знаменатель — количество субъектов, полностью входящих в бассейн Волги.

используются для массового отдыха, оздоровления и спорта.

Один из основных постулатов модели устойчивого развития — гармоничное сочетание социально-экономических и экологических приоритетов развития общества. Эффективной может быть признана экономика, обеспечивающая удовлетворение жизненных потребностей при одновременном уменьшении расходов сырья и энергии, сокращении отходов производства. Для экологической реабилитации волжского бассейна необходимо осуществление комплекса мер по охране и воспроизводству водных ресурсов на водосборных площадях, рационализация систем водопользования на основе осуществления политики водосбережения, сокращение объема забора свежей воды. Снижение водопотребления является необходимым условием сокращения объемов отводимых сточных вод и, следовательно, загрязняющих веществ (ЗВ), содержащихся в них. Очень важно также совершенствовать технологии очистки сточных вод, уменьшать диффузное поступление ЗВ.

Бассейн Волги имеет огромную протяженность, включает в себя несколько природно-климатических зон (от таежной до полупустынной) и много регионов, характеризующихся своей специализацией производства, исходя из общероссийского разделения труда и специфики использования водных ресурсов. В целях более детального анализа эффективности водопользования разделим его, как это принято, на три части — Верхнюю Волгу, Каму и Нижнюю Волгу.

Водохозяйственная система Верхней Волги обеспечивает водоснабжение населения и хозяйства 27 субъектов федерации, а также водный транспорт, орошаемое земледелие, рыбозапасов, гидроэнергетику и специальные экологические попуски. Площадь бассейна составляет 648 тыс. км², а численность населения превышает 39 млн человек. Этот регион характеризуется высокой концентрацией промышленного производства, торговли и отраслей, оказывающих нерыночные услуги. Здесь производится 75% валовой региональной продукции бассейна Волги. В пределах этой территории формируется более половины водных ресурсов всего бассейна и поэтому их состояние здесь, безусловно, отражается на состоянии водных ресурсов Нижней Волги и Северного Каспия.

Сток левого притока Волги — р. Камы — регулируется Камским, Воткинским и Нижнекамским водохранилищами. Водохозяйственная система Камы обеспечивает водоснабжение населения и хозяйства Пермского края, Кировской области, республик Удмуртии, Башкортостана, Чувашии, Татарстана, и частично Вологодской, Костромской, Нижегородской, Оренбургской, Свердловской, Челябинской областей, республик Марий Эл и Коми, а также водный транспорт, рыбозапасов, орошаемое земледелие, гидроэнергетику и специальные экологические попуски. Площадь бассейна составляет 504 тыс. км², а численность населения 11.5 млн человек. Этот регион наряду с высокой концентрацией промышленности (прежде всего топливной, машиностроения, химической и нефтехимиче-

ской) характеризуется развитым сельским хозяйством.

Бассейн Нижней Волги охватывает территорию девяти субъектов РФ (республик Калмыкии и Татарстана, Астраханской, Волгоградской, Оренбургской, Самарской, Саратовской, Ульяновской и малую часть Пензенской областей) и занимает площадь 278 тыс. км² с численностью населения 10.7 млн человек. Сток Нижней Волги регулируется Саратовским и Волгоградским водохранилищами. Здесь расположено более 800 тыс. га орошаемых угодий, на которых выращиваются теплолюбивые сельскохозяйственные культуры, широко развито искусственное воспроизводство ценных пород рыб наряду с наличием естественных нерестилищ. Промышленность представлена в основном машиностроением, топливной и химической отраслями.

За последние 30 лет кардинально изменились социально-экономические и технологические условия производства во всех основных отраслях производства в бассейне Волги. Существенно снизился объем водопотребления и водоотведения, состав сточных вод, объем сброса загрязняющих веществ. Произошли огромные изменения в жилищно-коммунальном хозяйстве, промышленности, сельском хозяйстве, приведшие к существенной трансформации экологической ситуации в бассейне. Были приняты программы и проекты по улучшению экологической обстановки. Все эти вопросы и являются предметом исследования настоящей работы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве исходных материалов использовались данные Росводресурсов по разнообразным водохозяйственным показателям, собранные по статистической форме 2-ТП (водхоз) и опубликованные в различных сборниках, и данные автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов. Для оценки качества поверхностных вод анализировались материалы министерств и департаментов экологии и природных ресурсов, опубликованные в докладах о состоянии и охране окружающей среды на территории РФ и регионов бассейна Волги, и материалы Роспотребнадзора по санитарно-химическим и микробиологическим показателям в водоемах. Также использовались данные региональных ФГБУ «Управление мелиорации земель и сельскохозяйственного водоснабжения» — показатели по оценке и учету мелиоративного состояния орошаемых сельскохозяйственных угодий и технического состояния оросительных систем (мелиоративные кадастры), отдельные научные публикации.

В соответствии с поставленными задачами исследование проведено на основе системного подхода с использованием следующих методов: 1) аналитического (сбор и систематизация первичной информации по количественным и качественным характеристикам мелиоративного состояния орошаемых угодий и технического состояния оросительных систем, продуктивности угодий); 2) специальных (на основе собранных материалов были составлены таблицы, построены диаграммы и карты); 3) статистической обработки данных и сравнительного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ водопотребления и водоотведения в регионах бассейна Волги целесообразно проводить в разрезе крупных блоков отраслей — промышленности, сельского и жилищно-коммунального хозяйства, каждый из которых имеет свою специфику водопользования.

Динамика водопотребления и эффективность использования воды в отдельных отраслях

Снижение объемов забора свежей воды и сбросов сточных вод произошло во всех отраслях, но с разной степенью интенсивности. Среди отраслей экономики бассейна наиболее водозатратна промышленность. В 2021 г. на ее долю приходилось 54% общего водопотребления, хотя еще в середине 1990-х годов (период резкого спада промышленного производства) этот показатель не превышал 49% (Демин, Исмаилов, 2003).

В 1990 г. забор пресной воды из водных объектов бассейна Волги составлял 37.0 км³, но к 2021 г. в результате трансформации социально-экономических условий в России этот показатель снизился до 16.0 км³, или в 2.3 раза. Доля бассейна Волги во всем водопотреблении России снизилась с 31.9% в 1990 до 24.9% в 2021 г., что говорит об ускоренном снижении антропогенной нагрузки в этом бассейне по сравнению с другими регионами России.

В 1980-е годы потребление воды промышленностью находилось на уровне 17–18 км³, несмотря на бурный рост производства во всех ее отраслях. Такая стабилизация связана с активным введением мощностей оборотного и повторно-последовательного водоснабжения — за 10 лет объем используемой оборотной воды увеличился на 50%. Наибольшие темпы роста мощностей оборотного водоснабжения отмечались на Верхней Волге (61%), наименьшие — на Каме (35%).

С 1990 по 2021 г. использование свежей воды в бассейне Волги на производственные нужды со-

Таблица 2. Динамика коэффициента водооборота за 1990–2021 гг., %

Бассейн	1990 г.	1995 г.	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2020 г.	2021 г.
Верхняя Волга	66.6	72.3	70.0	71.5	74.7	88.0	83.1	81.6
Кама	80.9	80.8	80.7	78.5	81.2	81.4	87.0	86.6
Нижняя Волга	93.1	93.9	94.5	94.8	93.5	94.5	95.1	95.1
Волга в целом	79.5	81.8	81.3	81.5	81.3	87.9	87.6	86.7

Рассчитано автором.

кратилось с 17.8 до 7.2 км³, оборотной и повторно-последовательной — с 69.2 до 47.2 км³, а суммарное водоснабжение в промышленности — с 87.0 до 54.4 км³ (Водные ..., 2010, 2019)². Коэффициент водооборота (отношение объема оборотного и повторно-последовательного водопотребления к валовому водопотреблению на производственные нужды) в целом по бассейну Волги за этот период вырос с 79.5 до 86.7%.

Внедрение оборотного водоснабжения является одним из самых эффективных мероприятий по снижению потребления свежей воды. В середине 1990-х годов ставилась задача довести его долю в промышленности бассейна Волги в ближайшие 10–15 лет до 85–90% (Возрождение ..., 1996). Эти планы не были выполнены в намеченные сроки, а осуществились гораздо позже. В настоящее время наиболее высокий коэффициент водооборота отмечается на Нижней Волге (95.1%), что объясняется значительным развитием здесь топливной, металлургической и химической отраслей, в которых в соответствии с технологией производства наиболее широко применяется оборотное водоснабжение. В бассейне Камы этот показатель составляет 86.6%, в бассейне Верхней Волги — 81.6% (табл. 2).

В результате особенностей климатических и почвенных условий орошаемое земледелие наиболее развито в засушливых регионах нижнего течения Волги. В современных условиях на долю Верхней Волги приходится ~30% орошаемых земель бассейна Волги, Камы ~10%, Нижней Волги ~60%. Что касается объемов воды, использованных для нужд орошения, то здесь картина еще более контрастна. На уровне 2020 г. >97% объема водопотребления было использовано на Нижней Волге, 2% на Верхней Волге и <1% в бассейне Камы.

Орошаемое земледелие было одним из ведущих и наиболее динамично развивающихся водопотребителей в бассейне. С 1970 по 1990 г. площадь орошаемых земель возросла с 0.32 до

2.13 млн га, но после сокращения в кризисные 1990-е годы стабилизировалась на уровне 1.4–1.5 млн га и лишь в последние пять лет стала чуть-чуть расти. Резко выросла площадь орошаемых земель, не используемых в сельскохозяйственном производстве в связи с высоким уровнем грунтовых вод и засолением почв. Из-за неисправности оросительных систем, отсутствия поливной техники, дороговизны услуг водохозяйственных организаций площадь фактически политых земель в бассейне Волги снизилась с 1530 тыс. га в 1990 до 717 тыс. га в 2000 и 467 тыс. га в 2021 г. (Мелиоративное ..., 2001; Показатели ..., 1991)³.

В бассейне Камы за 31 год площадь фактически политых земель снизилась в 5.5 раз, на Нижней Волге — в 2.3 раза, на Верхней Волге — в 1.9 раза. Существенно снизились объемы воды, используемой на орошение. Если в 1990 г. на нужды регулярного и лиманного орошения расходовалось 3.68 км³, то в 2021 г. было использовано 0.63 км³ воды, или в 5.5 раз меньше. Произошло это как из-за резкого сокращения поливаемых площадей, так и за счет снижения количества поливов.

Площадь орошаемых земель России, которые не поливаются, возросла с 0.8–1 млн га в начале 1990-х годов до 3 млн га. Если в 1990 г. доля не политых по различным причинам орошаемых земель (из-за их реконструкции, ввода в эксплуатацию после начала вегетационного сезона, низкой водообеспеченности и т.д.) в среднем по бассейну Волги составляла 29%, то к 2021 г. он повысился до 68%. Ежегодно из-за неисправности оросительной сети и поливной техники, резкого удорожания стоимости электроэнергии и услуг водохозяйственных организаций не поливается в большинстве регионов Камы 50–80% орошаемых земель. Еще хуже ситуация в бассейне Верхней Волги. Здесь в большинстве регионов не поливается 70–90% земель, числящихся в составе орошаемых, а в некоторых регионах поливается лишь каждый двадцатый гектар с оросительной сетью. Несмотря на все трудности, в большинстве регионов Нижней Волги ежегодно поливается

² Данные наблюдений за объемом вод при водопотреблении и водоотведении на всех водных объектах (по форме 2-ТП (водхоз)) // Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов. <https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=513> (дата обращения 16.05.2023).

³ Показатели по оценке и учету мелиоративного состояния орошаемых сельскохозяйственных угодий и технического состояния оросительных систем. <https://inform-raduga.ru/fgbu> (дата обращения 16.05.2023).

40–60% орошаемых земель, хотя еще в конце 1990-х годов этот показатель, например, в Астраханской области доходил до 98%.

В последние годы в мелиоративном комплексе России наметились положительные сдвиги: улучшилось и приобрело большую стабильность федеральное финансирование, возросли размеры финансового участия в мелиорации земель местных органов и сельских товаропроизводителей, снизились темпы списания мелиорируемых земель. Стала понемногу расти и площадь орошаемых земель в бассейне Волги.

Жилищно-коммунальное хозяйство удовлетворяет потребность в воде населения, коммунальных, транспортных и прочих непромышленных предприятий. Ситуация с питьевым водоснабжением в бассейне Волги достаточно тревожная. Значительное число жителей использует недоброкачественную питьевую воду. До сих пор почти 10% горожан и около 45% сельчан пользуются водой из колодцев, родников, водоразборных колонок, а не водопровода.

Максимальное значение объема использования воды на хозяйственно-питьевые нужды в бассейне Волги было отмечено в 1991 г. – 6.94 км³. В последующие годы оно постоянно снижалось: 6.44 км³ в 2000 г., 6.03 км³ в 2005 г., 4.6 км³ в 2010 г., 3.78 км³ в 2015 г., 3.43 км³ в 2018 г. В самое последнее время объем водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды стабилизировался. В среднем по бассейну с 2000 по 2018 г. среднесуточное водопотребление 1 жителя (городского и сельского) снизилось с 289 до 155 л, или на 46.5%. Впечатляющие успехи по снижению водопотребления достигнуты в Москве – с 438 до 145 л/сут, или в 3 раза. Наряду с прочими, одной из основных причин этого является реализация программы по оснащению жилищного фонда приборами учета воды.

Динамика водоотведения и качества сточных вод

В результате сокращения водопотребления в жилищно-коммунальном, сельском хозяйстве и промышленности, сброс сточных, шахтно-рудничных и коллекторно-дренажных вод в поверхностные водные объекты в целом по бассейну Волги сократился за 31 год с 22.3 до 10.3 км³ (в 2.2 раза). На бассейн Верхней Волги приходится около 2/3 всего объема водоотведения в бассейне Волги. Значительную часть отводимых после использования вод составляют загрязненные сточные воды. Их доля в общем объеме отводимых сточных вод в период экономического кризиса чуть выросла, но с 2000 г. сократилась с 48 до 43.4% в 2021 г.

В бассейне р. Оки за 1990–2021 гг. общий сброс сточных вод сократился в 2.5 раза, в бассейне р. Москвы – в 1.8 раза, в бассейне р. Клязьмы – в

3.2 раза, а в бассейне р. Суры – в 1.8 раза. Естественно, что сброс загрязненных сточных вод также заметно сократился. Однако на всех реках Верхней Волги наблюдается неблагоприятное соотношение загрязненных и нормативно-чистых вод. Так, в бассейне р. Оки доля загрязненных сточных вод за 31 год выросла с 66 до 77%, а на ее крупнейшем притоке р. Москве – с 78 до 83%. Очень сильно были загрязнены сточные воды в бассейне р. Клязьмы, где доля загрязненных вод до 2018 г. не опускалась ниже 85%, но в последнее время он заметно снизился. В бассейне р. Суры доля загрязненных сточных вод сократилась с 65 в 2000 до 47% в 2018 г. (рис. 1).

За 1990–2021 гг. объем сброса сточных, шахтно-рудничных и коллекторно-дренажных вод в водные объекты бассейна Камы снизился с 5.11 до 2.27 км³ (2.2 раза). При этом доля загрязненных сточных вод заметно снизилась (с 42.5 до 30.6%). На всех главных притоках Камы наблюдается неблагоприятное соотношение загрязненных и нормативно-чистых вод. Так, в бассейне р. Чусовой доля загрязненных сточных вод за 31 год выросла с 55 до 76%, в бассейне р. Вятки снизился всего на 6 процентных пункта. За этот же период в бассейне р. Белой доля загрязненных сточных вод снизилась с 69.4 до 47.5%.

В бассейне Нижней Волги объем сброса сточных, шахтно-рудничных и коллекторно-дренажных вод в водные объекты также заметно сократился. Самое большое сокращение объема водоотведения наблюдалось в Оренбургской и особенно Астраханской областях. Вызвано это прежде всего резким сокращением объема коллекторно-дренажных вод, отводимых с орошаемых земель.

Основной объем загрязненных сточных вод в бассейне Волги в 2021 г. сбрасывался предприятиями по водоснабжению, водоотведению, сбору и утилизации отходов (59%), а также обрабатывающими производствами (16%), в первую очередь химическими, целлюлозно-бумажными и металлургическими.

К нормативно-чистым условно относят воды охлаждения с предприятий и коллекторно-дренажные воды с орошаемых и осушаемых земель. Фактически они наносят определенный ущерб гидрохимическому режиму водных объектов. Воды охлаждения, имея повышенную температуру, содержат и некоторое количество загрязняющих веществ, а коллекторно-дренажные воды несут в себе пестициды, соединения азота и фосфора. В целом по бассейну Волги нормативно-чистые воды составляют около 50% объема суммарного водоотведения (Демин, 2017).

В настоящее время большая часть загрязненных сточных вод сбрасывается в водоприемники без очистки или недостаточно очищенными. В целом по бассейну Волги объем сбрасываемых за-

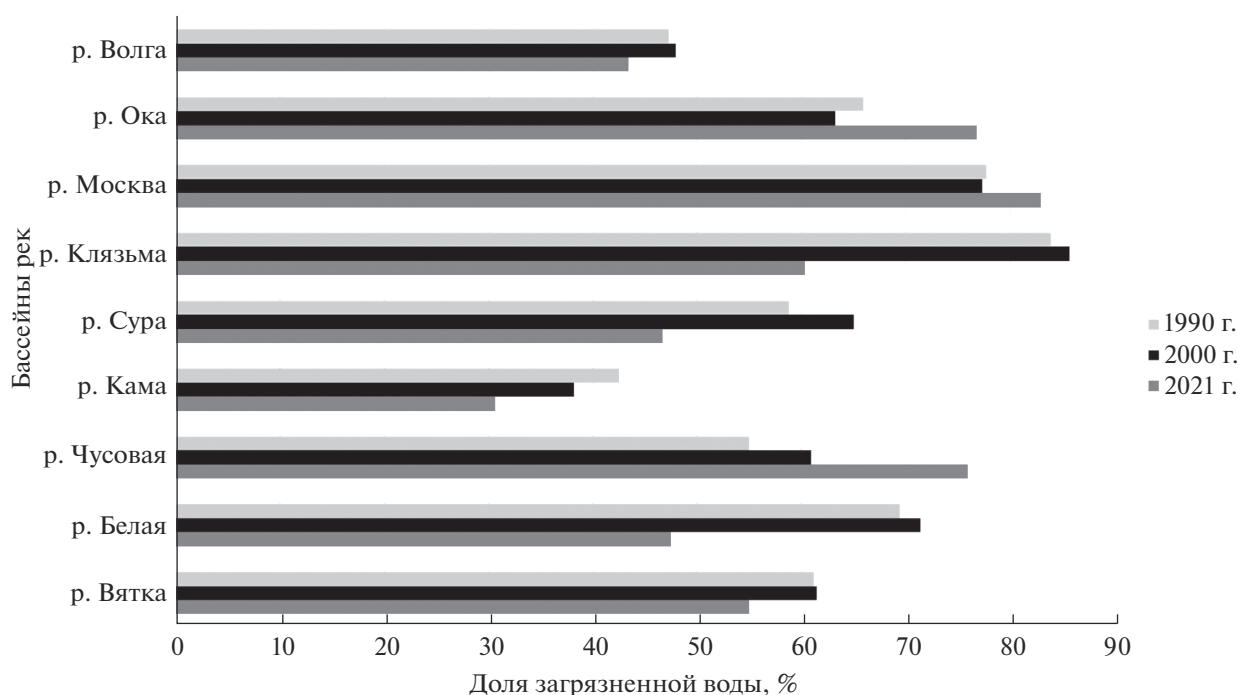


Рис. 1. Доля загрязненной воды в общем объеме сточной воды в бассейнах р. Волги и ее крупных притоков, %.

грязненных сточных вод с 1990 по 2021 г. снизился с 11.1 до 4.5 км³, или почти в 2.5 раза. При этом объем нормативно очищенных сточных вод на сооружениях очистки за этот период сократился в значительно меньшей степени — с 1072 до 942 млн м³, или в 1.14 раза. В бассейне р. Оки он сократился в 1.7 раза, бассейне р. Москвы — в 1.5 раза, бассейне р. Камы — в 1.11 раза, бассейне Чусовой — в 2.7 раза, в бассейне р. Вятки — в 1.7 раза.

В конце 2018 г. был утвержден Федеральный проект “Оздоровление Волги” разработанный в рамках национального проекта “Экология” в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 “О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года”. Одной из главных его целей является сокращение сброса загрязненных сточных вод за счет существенного прироста мощности очистных сооружений, обеспечивающих нормативную очистку сточных вод⁴. Значительное финансирование этих мероприятий привело к неплохим результатам. Всего за три года (2019–2021 гг.) объем нормативно очищенных сточных вод в бассейне Волги вырос с 589.2 до 941.3 млн м³, или в 1.6 раза. В бассейне р. Оки он вырос в 3.6 раза, в том числе на ее крупнейших притоках рр. Москве и Клязьме в 2.7 и 6.3 раза. В бассейне р. Камы объем нормативно очищенных

сточных вод вырос только в 1.2 раза, но на ее крупных притоках рр. Белая и Вятка соответственно в 3.6 и 2.9 раза.

В целом доля нормативно очищенной воды в общем объеме сточных вод, требующих очистки, за 31 год в бассейне Волги выросла почти в 2 раза — с 8.8 до 17.3%, т.е. до нормативов сейчас очищается только каждый шестой кубометр загрязненной воды. При этом в бассейнах рр. Ока и Москва эта доля выросла крайне незначительно, в бассейне р. Чусовая осталась на прежнем уровне. Однако в бассейнах рр. Суры, Камы и ее притоков Белой и Вятки доля нормативно очищенной воды выросла очень существенно — на 16–24 процентных пункта. Наибольший прирост этой доли произошел в бассейне р. Клязьмы — с 1 до 34% (рис. 2).

Важную роль в интенсификации процесса снижения поступления ЗВ в водные объекты со сточными водами должно было сыграть увеличение ввода в эксплуатацию мощностей очистных сооружений. За период 2001–2005 гг. в среднем за год мощность станций для очистки сточных вод в России увеличивалась на 0.6 млн м³ воды в сут. За последующие 5 лет вводилось в среднем по 0.84 млн м³ мощностей в год. За период 2011–2015 гг. ввод мощностей по годам был очень неравномерен, но в среднем за этот период ежегодно вводилось станций для очистки сточных вод мощностью 1.3 млн м³ воды в сут или в 2.2 раза больше, чем в начале века (Охрана ..., 2001, 2006, 2010). В 2016–2018 гг. темпы ввода мощностей по очистке сточных вод

⁴ Паспорт федерального проекта “Оздоровление Волги”. <https://minstroyrf.gov.ru/docs/140248/> (дата обращения 17.05.2023).

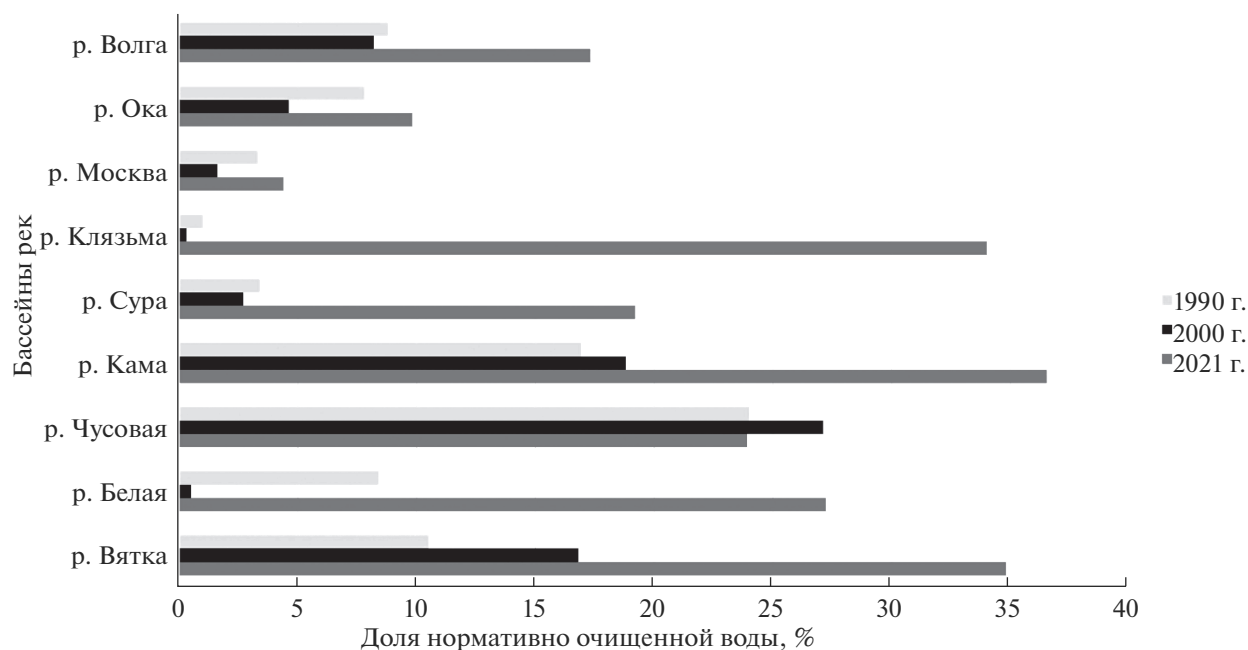


Рис. 2. Доля нормативно очищенной воды в общем объеме сточных вод, требующих очистки, %.

вновь снизились — в среднем за год было введено 0.79 млн м³ мощностей, но в 2019–2021 гг. ежегодно вводилось 1–1.8 млн м³ мощностей (1.27 млн м³ в среднем).

Низкая эффективность работы очистных сооружений связана с устаревшим технологическим оборудованием и традиционными схемами очистки, а также с нарушениями режимов очистки сточных вод. Основные мощности очистных сооружений сосредоточены в ЖКХ. Необходимо отметить, что 60% сооружений этой отрасли перегружены, 40% эксплуатируются 30 и более лет и требуют срочной реконструкции. Кроме того, 2% городов, 16% поселков городского типа и 95% сельских населенных пунктов не имеют централизованных систем канализации. В 2018 г. 45% имеющейся канализационной сети нуждалось в замене.

Сброс загрязняющих веществ в составе сточных вод

В связи со снижением объемов отводимых сточных вод, изменением их качественного состава, ростом мощности очистных сооружений значительный интерес представляет анализ динамики сбросов ЗВ (Водные ..., 2010, 2019; Воды ..., 1991)⁵. По большинству ЗВ отмечается суще-

ственное снижение их сброса в водные объекты в 2021 по сравнению с 1990 г. (табл. 3).

В целом по бассейну Волги наибольший эффект достигнут в снижении сброса железа и меди — соответственно в 54 и 51 раз. Количество хлоридов в составе сточных вод сократилось за 31 год в бассейне Волги в 40 раз, фенолов — в 30 раз, а сброс сульфатов, нефтепродуктов, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) — от 11 до 15 раз. Биохимическое потребление кислорода (БПК), являющееся одним из важнейших критериев уровня загрязнения водоема органическими веществами, сократилось в бассейне Волги за этот период более чем в 8 раз. Масса сухого остатка, сбрасываемого со сточными водами, а также азота аммонийного и фосфатов снизилась в бассейне Волги примерно в 4 раза.

Единственный показатель, по которому отмечается рост — это нитраты. Количество сбрасываемых со сточными водами нитратовросло как в целом в бассейне Волги, так и в бассейнах ее главных притоков до 2012–2013 гг., после чего стало постепенно сокращаться. Всего же за период 1990–2021 гг. сброс нитратов в бассейне Волги вырос в 4.5 раза, в том числе в бассейне Оки в 4.8 раза, а в бассейне Камы — в 2.9 раза.

На крупнейших притоках р. Волги отмечается существенно разная картина по снижению сброса важнейших ЗВ. В бассейне р. Оки наибольший эффект достигнут в снижении сброса сульфатов и хлоридов — в 228 и 172 раза. Существенно снизился сброс меди, нефтепродуктов, фенолов — соответственно в 49, 24 и 19 раз.

⁵ Данные наблюдений за объемом вод при водопотреблении и водоотведении на всех водных объектах (по форме 2-ТП (водхоз)) // Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов. <https://gmvo.skniivh.ru/index.php?id=513> (дата обращения 16.05.2023).

Таблица 3. Динамика сброса загрязняющих веществ в составе сточных вод в бассейнах рек

Загрязняющее вещество	1990 г.	2000 г.	2009 г.	2018 г.	2021 г.	1990 к 2021, %
Бассейн р. Волги						
БПК полный, тыс. т	301.9	115.9	60.9	36.3	37.2	812
Сухой остаток, тыс. т	11886	5419	4904	3569	3090	385
Сульфаты, млн т	50.78	0.792	0.609	1.341	3.474	1462
Хлориды, млн т	52.05	1.715	1.669	2.607	1.308	3979
Азот аммонийный, тыс. т	102.3	36.98	24.29	25.31	24.69	414
Нитраты, тыс. т	39.29	131.7	203.6	173.1	176.1	22
Фосфаты (по фосфору), тыс. т	20.030	12.030	8.722	6.223	5.602	358
СПАВ, тыс. т	5.385	1.006	0.599	0.501	0.469	1148
Нефтепродукты, тыс. т	13.70	2.500	0.930	0.864	1.035	1324
Железо, т	55648	3424	2926	716.8	1038	5361
Медь, т	373.8	57.67	38.13	8.610	7.380	5065
Фенолы, т	91.3	12.400	3.200	2.760	3.090	2955
Бассейн р. Оки						
БПК полный, тыс. т	71.4	35.97	23.20	15.39	18.77	380
Сухой остаток, тыс. т	2976	1854	1206	462.0	495.8	600
Сульфаты, млн т	45.63	0.259	0.209	0.187	0.200	22815
Хлориды, млн т	48.24	0.33	0.26	0.249	0.281	17167
Азот аммонийный, тыс. т	42.45	16.53	9.340	13.99	13.33	318
Нитраты, тыс. т	14.99	89.77	88.47	73.16	72.58	21
Фосфаты (по фосфору), тыс. т	7.988	5.926	3.708	2.612	2.664	300
СПАВ, тыс. т	1.687	0.281	0.222	0.221	0.220	767
Нефтепродукты, тыс. т	5.900	0.91	0.43	0.232	0.243	2428
Железо, т	3256	1403	624	249,8	380.4	857
Медь, т	156.0	31.95	12.360	3.600	3.180	4906
Фенолы, т	25.60	2.870	0.59	0.599	1.314	1948
Бассейн р. Камы						
БПК полный, тыс. т	133.8	42.21	17.87	8.020	6.580	2033
Сухой остаток, тыс. т	6451	2328	2485	2303	1892	341
Сульфаты, млн т	0.898	0.202	0.174	0.139	0.127	707
Хлориды, млн т	2.773	1.138	1.235	2.214	0.866	320
Азот аммонийный, тыс. т	27.22	8.636	6.529	2.679	2.581	1055
Нитраты, тыс. т	14.020	25.14	45.74	42.53	41.17	34
Фосфаты (по фосфору), тыс. т	6.340	2.483	1.654	1.151	1.026	618
СПАВ, тыс. т	1.731	0.397	0.165	0.123	0.0131	13214
Нефтепродукты, тыс. т	4.500	0.89	0.28	0.446	0.0885	5085
Железо, т	50770	2776	1888	173.9	97.76	51933
Медь, т	108.9	12.150	21.100	2.175	1.201	9067
Фенолы, т	53.5	7.400	1.600	0.441	0.456	11732

В бассейне р. Камы наибольший эффект достигнут в снижении сброса железа, СПАВ и фенолов — соответственно в 519, 132 и 117 раз. Произошло очень большое сокращение сброса меди, нефтепродуктов, органических веществ (БПК) — соответственно в 91, 51 и 20 раз. Сброс азота аммонийного снизился в 11 раз.

Таким образом, хотя объем отводимых сточных вод снизился в бассейне Волги в 2.3 раза, а объем сточных вод, прошедших очистку, снизился почти в 2 раза, количество основных сброшенных ЗВ сократилось в 4–50 раз. Это свидетельствует о том, что несмотря на все вышеперечисленные недостатки в работе очистных сооружений, достигнут существенный эффект от проведения водоохраных мероприятий.

Снизилась также и рассредоточенная по водосборной территории сельскохозяйственная нагрузка. Достаточно отметить, что количество вносимых органических удобрений сельскохозяйственными организациями за период 1990–2018 гг. сократилось в целом по бассейну Волги со 173.0 до 25.6 млн т, а минеральных удобрений с 42.5 до 7.5 млн ц действующего вещества, или в 6.7 и 5.7 раз соответственно. Количество пестицидов, поставляемых сельскохозяйственным производителям, за указанный период снизилось в 3.5 раза.

Изменение качества воды в водных объектах

Состояние качества воды водных объектов, уровень их загрязненности, оказывает прямое влияние на экологическую обстановку в России. Сложившаяся практика крайне низкого финансирования водохозяйственных и водоохраных мероприятий в 1990–2000-е годы обострила проблему обеспечения населения и отраслей экономики качественной водой.

Исходя из приведенных выше данных о снижении объема загрязненных сточных вод и сброса ЗВ в водные источники можно было бы ожидать ощутимого улучшения их качества. В бассейнах ряда рек по некоторым ингредиентам это произошло. Однако по большинству речных бассейнов состояние качества воды остается неудовлетворительным. Этот эффект вызван действием ряда неконтролируемых (рассредоточенных) источников загрязнения, а также источников вторичных (накопленных) загрязнений. По многим оценкам именно они вносят основной вклад в загрязнение водных объектов (Диффузное ..., 2020).

Неконтролируемые источники находятся, в основном, вне системы контроля со стороны государственных органов, характеризуются нестационарностью режима и рассредоточенным характером поступления ЗВ в водные источники. К ним относятся: поверхностный смыл с селитеб-

ных территорий, промплощадок, сельскохозяйственных угодий, а также водный транспорт, карьерные разработки, рекреация, свалки и захоронения бытовых отходов, атмосферные выбросы городов, промышленных объектов, транспорта, участвовавшие случаи аварий и катастроф, поступление ЗВ с подземным стоком и пр.

Анализ динамики качества поверхностных вод выполнен на основе статистической обработки данных гидрохимической сети Росгидромета в 2021 г. по наиболее характерным для каждого водного объекта показателям (О состоянии ..., 2022). Наиболее распространенными ЗВ поверхностных вод остаются нефтепродукты, фенолы, легкоокисляемые органические вещества, соединения тяжелых металлов, аммонийный и нитритный азот.

В последнее десятилетие вода Верхне-Волжских водохранилищ, за исключением единичных створов, характеризуется как “загрязненная”. К наиболее характерным загрязняющим веществам здесь относятся органические вещества, соединения железа, меди, цинка, реже — фенолы. Качество воды большинства притоков водохранилищ варьирует от “загрязненных” до “грязных”. Комплексный анализ основных блоков экологического состояния Ивановского водохранилища показывает ухудшение качества воды и деградацию водоема (Веницианов, Кирпичникова, 2016). В водах Чебоксарского водохранилища характерными загрязнениями на протяжении многих лет являются соединения меди, железа и органические вещества (по ХПК). В последние годы наблюдалось увеличение среднегодовых концентраций аммонийного и нитритного азота.

Степень загрязненности воды р. Оки изменяется по течению. На участке реки, протекающей по территориям Орловской, Калужской и Тульской областей, в течение многолетнего периода вода оценивалась как “загрязненная”. В пределах Московской области ниже г. Серпухова качество воды ухудшалось до “грязной”. Снижение качества воды реки ниже г. Коломны обусловлено не только воздействием загрязненных сточных вод города, но и поступлением загрязненных вод р. Москвы. Далее по течению реки вода характеризуется как “грязная”.

Загрязненность воды р. Москвы возрастает от “загрязненной” на входе в г. Москву и “грязной” как в черте г. Москвы, так и ниже по течению в створе ниже г. Воскресенска. Вода большинства притоков р. Москвы по качеству оценивается как “грязная”. На протяжении ряда лет критическими загрязняющими веществами воды как р. Москвы, так и ее притоков являются аммонийный и нитритный азот, легкоокисляемые органические вещества.

Повышение эффективности работы очистных сооружений в г. Щёлково после проведенной реконструкции способствовало улучшению качества воды р. Клязьмы на территории Московской области от “экстремально грязной” до “грязной” практически во всех створах наблюдений. Ниже по течению на территории Владимирской области вода реки стабильно оценивается как “грязная”.

Качество воды в бассейне р. Камы определяется влиянием сточных вод предприятий Соликамско-Березниковского промышленного района, бывшего Кизеловского угольного бассейна, предприятий Перми. В воде отмечается повышенное содержание соединений марганца, железа, меди, органических веществ (по ХПК), иногда фенолов и она характеризуется многие годы как “загрязненная”. Низким качеством, как “грязная” (4 класс) продолжает характеризоваться вода притоков Камы — рр. Косвы, Северушки, Ижа. Река Чусовая из года в год наиболее загрязнена на участке ниже Первоуральска, где ее качество оценивается как “грязная”.

В большинстве створов вода р. Белой характеризуется как “загрязненная”. Хронически “грязной” сохранилась вода в створах ниже Ишимбая и Стерлитамака, где испытывает антропогенную нагрузку сточными водами предприятий химической, нефтедобывающей, пищевой промышленности, машиностроения и ЖКХ. По всей длине реки наблюдается повышенное содержание соединений марганца, на отдельных участках — соединений меди и железа.

В течение многолетнего периода в Куйбышевском и Саратовском водохранилищах преобладают “загрязненные” воды. Более высокий уровень загрязненности воды (“грязная”) чаще всего отмечается на участке Куйбышевского водохранилища в районе Казани. Характерными загрязнениями воды Куйбышевского водохранилища остаются органические вещества (по ХПК), соединения меди и марганца. На участке Саратовского водохранилища в черте Саратова вода часто характеризовалась как “грязная”.

Вода Волгоградского водохранилища и р. Волги у г. Волгограда, как и в предыдущие годы, оценивалась как “загрязненная”. К характерным загрязняющим веществам относятся органические вещества (по ХПК), соединения меди, у Волгограда к ним добавляются нефтепродукты и фенолы.

В 2019–2021 гг. по сравнению с 2008–2018 гг. вода р. Волги ниже Астрахани улучшилась от “грязной” до “загрязненной”. Характерными загрязняющими веществами были органические вещества (по ХПК и БПК₅), нефтепродукты, соединения меди, цинка, железа, молибдена. Загрязнение воды нитритным азотом с 2019 г. снижается.

Кроме того, значительный интерес представляют данные Роспотребнадзора по динамике качества вод (Охрана ..., 2010)⁶. В табл. 4 представлены характеристики состояния качества воды водоемов I категории, используемых в качестве источников питьевого и хозяйственно-бытового водопользования населения, для субъектов федерации, не менее 30% территории которых входит в бассейн Волги. В некоторых регионах Волжского бассейна число отобранных проб в водоемах I и II категории было незначительным, либо они вообще не отбирались.

Состояние источников централизованного питьевого водоснабжения и качество воды в местах водозабора изменяется медленно и продолжает оставаться неудовлетворительным. Доля неудовлетворительных проб по санитарно-химическим показателям в водоемах первой категории из 24 представленных регионов в 11 регионах даже увеличилась и на половине территорий была выше среднероссийского показателя. Особенно велико загрязнение воды по этим параметрам в настоящее время в водоемах Вологодской, Владимирской, Московской, Ярославской, Кировской, Пензенской, Ульяновской областей, Пермского края (см. табл. 4).

По микробиологическим показателям качество воды за 25 лет ухудшилось в пяти регионах. В 2021 г. доля исследованных проб, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по микробиологическим показателям в водоемах I категории, в шести регионах бассейна Волги выше среднероссийского показателя

Если рассматривать процесс изменения качества воды более детально (в разрезе отдельных участков бассейна Волги) и по каждому году, можно отметить, что в бассейне Верхней Волги доля неудовлетворительных проб по санитарно-химическим показателям колебалась в довольно значительных пределах (23–37%). В последние годы эта доля стала расти и превышает величину 25-летней давности. В бассейне р. Камы она также заметно растет и в 2021 г. превысила уровень 1996 г. на 15 процентных пунктов. Отрадно, что в бассейне Нижней Волги доля неудовлетворительных проб неуклонно и существенно сокращается (рис. 3).

По микробиологическим показателям во всех подбассейнах отмечается снижение доли неудовлетворительных проб, однако на обширной территории Верхней Волги она в настоящее время все еще превышает среднероссийский уровень. Наиболее существенными темпами улучшается качество воды по этим показателям на Нижней

⁶ Сайт Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. <http://www.rospotrebnadzor.ru> (дата обращения 18.05.2023).

Таблица 4. Доля исследованных проб, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по санитарно-химическим и микробиологическим показателям, в водоемах I категории регионов бассейна р. Волги, %

Субъект Федерации	Санитарно-химические показатели				Микробиологические показатели			
	1996 г.	2005 г.	2015 г.	2021 г.	1996 г.	2005 г.	2015 г.	2021 г.
Вологодская область	41.2	46.8	16.2	43.1	23.9	17.9	7.1	7.2
Владимирская область	55.9	30.2*	80.0*	49.2	40.4	39.6*	41.5	35.0
Ивановская область	16.5*	4.4	31.3*	22.8	60.9*	34.4	22.8	5.3
Калужская область	9.7*	48.7*	25.0*	10.5	24.5*	14.9	40.7*	26.2
Костромская область	30.7	12.2	12.9*	13.9	22.6	16.2	9.7	13.7
Московская область	26.5	39.0	28.6	41.5	18.7	34.8	25.0	36.6
Рязанская область	22.1	4.5*	28.1*	9.1	49.4	50.4	1.9	3.6
Тверская область	23.0	38.0	26.6	21.8	16.9	20.6	19.7	7.0
Ярославская область	16.0	35.0	21.1	71.8	25.5	18.2	14.2	55.4
Республика Чувашия	24.7	7.3*	18.3	29.0	13.3*	20.4*	8.1	4.3
Кировская область	56.7	82.8	45.0	43.2	31.6	36.1	24.2	11.2
Нижегородская область	29.6	29.8	38.2*	9.9	7.4	24.2	48.2*	24.8
Республика Татарстан	15.9	32.7	22.0*	13.1	8.7	13.1	3.1*	5.4
Астраханская область	14.1	16.0	3.9	2.2	12.1	12.6	5.2	2.5
Волгоградская область	20.7*	8.9	35.2	5.9	21.3	15.2	3.6	7.8
Оренбургская область	14.4	12.3	0.7	—	14.1	11.5	0.8	1.7
Пензенская область	63.6	43.2*	6.7*	44.4	26.4	7.9*	36.8*	71.4
Самарская область	35.85	51.0*	21.9*	11.8	18.0	39.1*	26.9	5.6
Саратовская область	14.2	23.0	12.1	22.4	29.7	19.6	6.7	8.5
Ульяновская область	44.8	36.4*	34.9	40.6	24.8	16.7	33.3*	—
Республика Башкортостан	13.6	19.7	26.8*	50.0	21.1	5.9	7.5	9.8
Удмуртская Республика	26.4	30.4	21.9*	30.9	11.9	10.9	9.5	9.6
Пермский край	17.9	39.6	57.5	45.4	21.3	35.9	7.4	9.3
Челябинская область	18.8	28.6	31.8	26.6	12.0	6.7	11.3	4.3
Россия	24.3	28.0	23.3	25.9	22.1	23.7	16.0	15.1

Примечание. * Общее число исследованных проб меньше 100.

Волге — доля неудовлетворительных проб снизилась с 18–20 до 3–7% в последние годы (рис. 4).

Качество воды водоемов II категории, находящихся в местах рекреации населения, отличается от качества воды водоемов I категории. Доля исследованных проб, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по санитарно-химическим показателям, в водоемах II категории по тому же списку регионов бассейна Волги, которые представлены в табл. 4, в среднем ниже, чем доля проб в водоемах I категории. Качество воды водоемов II категории за 25 лет ухудшилось в пяти регионах, а в одном осталось на прежнем уровне. На половине территорий волжского бассейна качество воды по этому показателю было хуже, чем в среднем по России.

По микробиологическим показателям качество воды водоемов II категории значительно уступает качеству воды водоемов I категории —

доля неудовлетворительных проб существенно выше. Качество воды за 25 лет ухудшилось в семи регионах и в четырех осталось на прежнем уровне. На половине территорий бассейна качество воды по этому показателю было хуже среднероссийского уровня. Особенно резко микробиологическое загрязнение водоемов нарастало во Владимирской, Ярославской, Пензенской областях, Пермском крае.

В водоемах II категории, по которым отбирается в 3–4 раза больше проб, диапазон изменения качества воды более широк, чем в водоемах I категории. В бассейне Верхней Волги и Камы за 25 лет ситуация с долей неудовлетворительных проб по санитарно-химическим показателям заметно изменилась — она снизилась с 25–30 до 15–20%. На Нижней Волге доля таких проб снизилась с 20–22 до 8–12%.

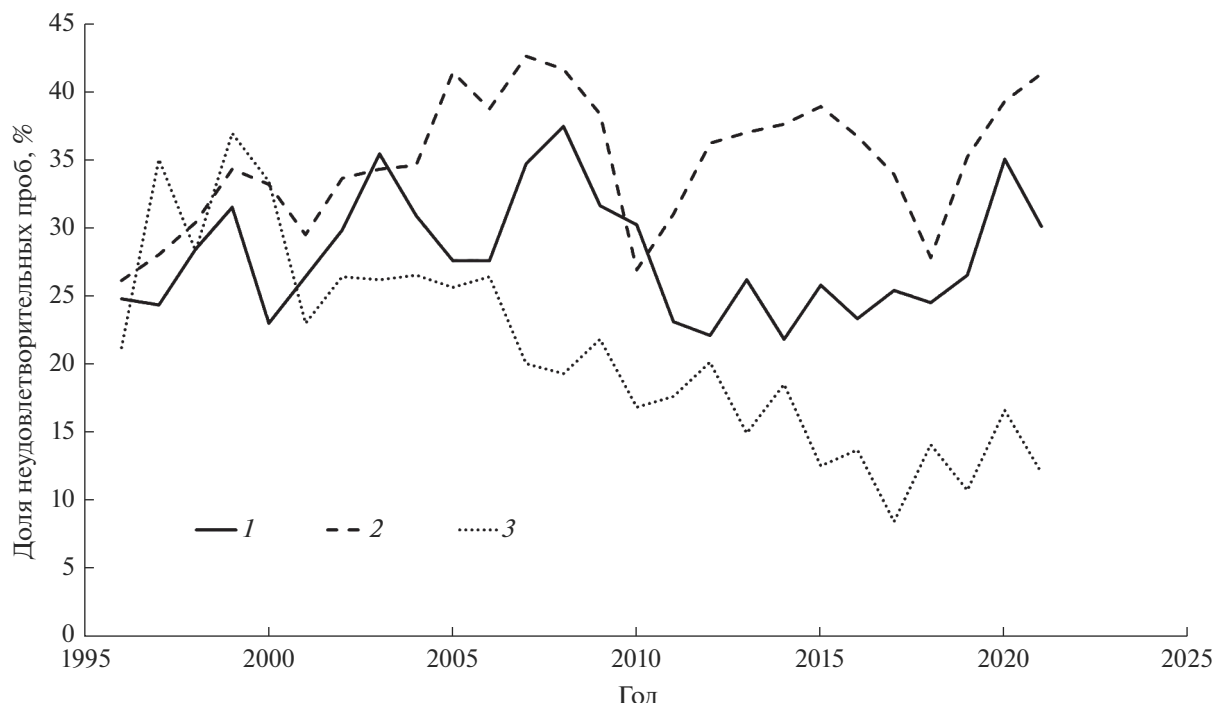


Рис. 3. Изменение доли исследованных проб, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по санитарно-химическим показателям, в водоемах I категории подбассейнов Волги, %: 1 – Верхняя Волга, 2 – Кама, 3 – Нижняя Волга.

По микробиологическим показателям доля неудовлетворительных проб в бассейне Верхней Волги снизилась с 25–27 до 22–24%, а в бассейне р. Камы выросла с 15–17 до 17–21%. На Нижней Волге по этим показателям доля неудовлетворительных проб снизилась с 22–24 до 11–14%.

Итак, анализ данных гидрохимической сети Росгидромета, а также данных Роспотребнадзора показывает, что степень загрязненности воды реки в целом устойчиво сохраняется на уровне прошлых лет. Практически все водные объекты бассейна Волги подвержены антропогенному воздействию. Неблагополучно состояние малых рек, особенно в зонах крупных промышленных центров, из-за поступления в них с поверхностным стоком и отработанными сточными водами большого количества ЗВ. В сельской местности значительный ущерб малым рекам наносится из-за нарушения режима хозяйственной деятельности в водоохранных зонах и смыва в водотоки органических и минеральных веществ, пестицидов, частиц почвы в результате водной эрозии. Крупными загрязнителями окружающей природной среды являются животноводческие комплексы.

Несмотря на существенное снижение контролируемой массы поступающих ЗВ, улучшения качества вод в целом не наблюдается, что можно объяснить следующими причинами: значительными запасами ЗВ в почвах, грунтах и донных отложениях;

продолжающимся увеличением загрязненности урбанизированных территорий; усиливающейся интенсивностью эрозионных процессов и увеличением твердого стока в поверхностные водные объекты; участвовавшим нарушением водного законодательства; ростом количества чрезвычайных ситуаций в результате аварий и катастроф в промышленности, ЖКХ и на трубопроводном транспорте, что ведет к увеличению накопленного ущерба (Демин, 2011).

Сток воды и наносов в сельскохозяйственной зоне составляет в реки и водоемы до 80–90% фосфора, азота и пестицидов. Однако применение одного из важнейших мероприятий по охране земель и вод, каковым является создание противоэрозионных лесных насаждений, резко сокращается. По данным государственной статистической отчетности (форма № 1-ЛХ) создание противоэрозионных лесных насаждений на землях сельскохозяйственного назначения в России с 2000 по 2018 г. снизилось в 8 раз. В подавляющем большинстве регионов бассейна Волги, за исключением республики Татарстан, полностью прекратили высаживать противоэрозионные насаждения. Для улучшения экологической ситуации в бассейне необходимо в кратчайшие сроки по крайней мере вернуться к объемам работ, выполняемым 15–20 лет назад, а еще лучше превысить их (Диффузное ..., 2020).

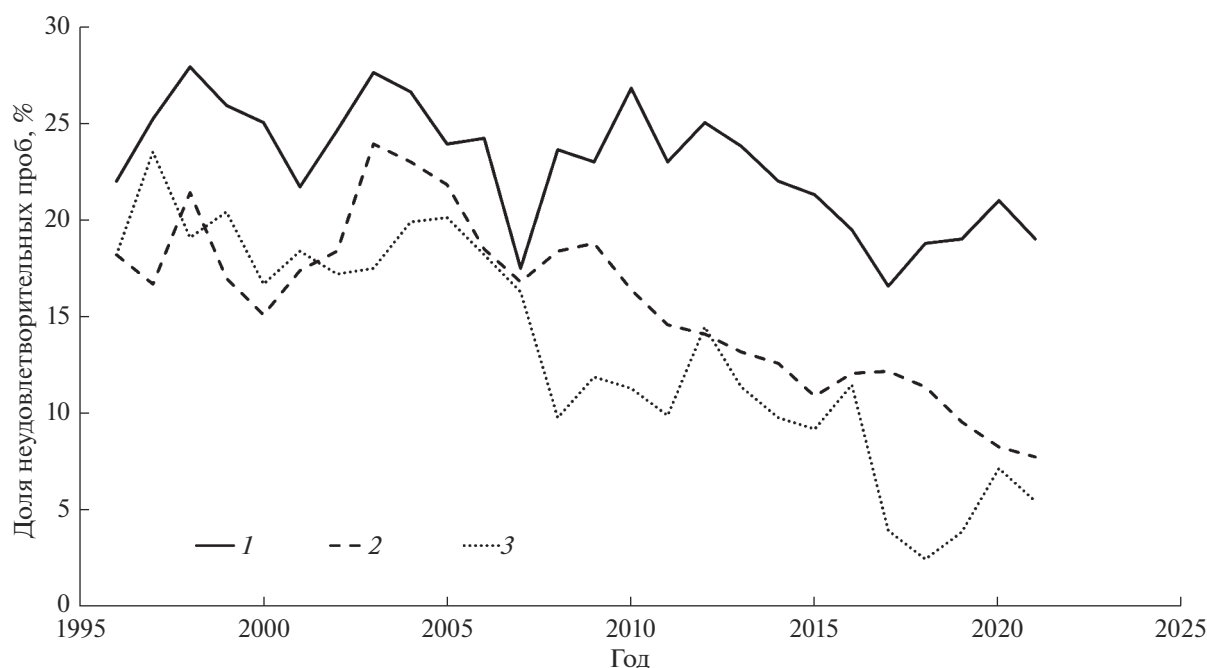


Рис. 4. Изменение доли исследованных проб, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по микробиологическим показателям, в водоемах I категории подбассейнов Волги, %: 1 — Верхняя Волга, 2 — Кама, 3 — Нижняя Волга.

В настоящее время экономические инструменты регулирования водопользования недостаточно мотивируют водопользователей к проведению водоохраных мероприятий. Современный уровень платы за сброс сточных вод очень низок, субъектам хозяйственной деятельности более выгодно осуществлять платежи за допустимые сбросы или платить незначительные штрафы за их превышение, чем снижать сброс загрязняющих веществ путем повышения эффективности очистных сооружений, внедрения малоотходных и безотходных технологий и т.п.

ВЫВОДЫ

В бассейне Волги проживает 61.3 млн человек, расположено 32% посевов сельскохозяйственных культур и 45% основных фондов отраслей экономики, производится 46.5% валовой продукции России, что определяет высокую степень антропогенной нагрузки.

В результате сокращения водопотребления в жилищно-коммунальном, сельском хозяйстве и промышленности сброс сточных, шахтно-рудничных и коллекторно-дренажных вод в поверхностные водные объекты в целом по бассейну Волги сократился за 31 год с 22.3 до 10.3 км³. Доля загрязненных вод в общем объеме отводимых вод снизилась с 47.3% в 1990 до 43.4% в 2021 г., но в бассейнах некоторых притоков Волги она выросла.

Объем нормативно очищенных сточных вод на сооружениях очистки за этот период также сократился — с 1072 до 941 млн м³ (на 12%). До нормативов сейчас очищается только каждый шестой кубометр воды, подлежащей очистке.

Количество основных загрязняющих веществ, сброшенных со сточными водами, за 1990–2021 гг. резко снизилось. В целом по бассейну Волги сброс железа снизился в 54 раза, меди — в 51, хлоридов — в 40, фенолов — в 30 раз, нефтепродуктов и СПАВ — до 15 раз, биохимическое потребление кислорода снизилось в 8 раз. Лишь сброс нитратов вырос в 4.5 раза. Существенно снизилась также и рассредоточенная по водосборной территории сельскохозяйственная нагрузка — количество вносимых органических и минеральных удобрений, пестицидов, количество животных и сельскохозяйственной техники.

Хотя и произошел существенный прирост мощности очистных сооружений за годы действия Федерального проекта «Оздоровление Волги» (2019–2021 гг.), по 6 из 12 важнейших веществ за этот период отмечается рост загрязнений (органические вещества, сульфаты, нитриты, нефтепродукты, соединения железа, фенолы).

Несмотря на снижение контролируемой массы поступающих загрязняющих веществ, улучшения качества поверхностных и подземных вод в целом не наблюдается, что говорит о росте за-

грязнений, поступающих от диффузных источников и, возможно, донных отложений.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках темы № FMWZ-2022-0001 государственного задания ИВП РАН.

FUNDING

The work was carried out within the framework of the theme no. FMWZ-2022-0001 of the State Assignment of the IVP RAS.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Веницианов Е.В., Кирпичникова Н.В. Современные экологические проблемы Иваньковского водохранилища — источника водоснабжения г. Москвы // Экология речных бассейнов: Труды 8-й Междунар. науч.-практ. конф. Владимир: Араим, 2016. С. 325–330.
- Водные ресурсы и водное хозяйство России в 2009 году: Стат. сб. / под ред. Н.Г. Рыбальского и А.Д. Думнова. М.: НИИ-Природа, 2010. 272 с.
- Водные ресурсы и водное хозяйство России в 2018 году: Стат. сб. / под ред. Н.Г. Рыбальского и В.А. Омеляненко. М.: НИИ-Природа, 2019. 274 с.
- Воды России (состояние, использование, охрана). 1986–1990 гг. Свердловск: Изд-во УралНИИВХ, 1991. 148 с.
- Возрождение Волги — шаг к спасению России / под ред. И.К. Комарова. М.—Н. Новгород: Экология, 1996. 464 с.
- Демин А.П. Использование водных ресурсов России: современное состояние и перспективные оценки. Дисс. ... д-ра геогр. наук. М., 2011. 272 с.
- Демин А.П. Сточные воды и качество воды в бассейне р. Волги (2000–2015 гг.) // Ученые записки Российского гос. Гидрометеорологического ун-та. 2017. № 48. С. 55–71.
- Демин А.П., Исмайлов Г.Х. Водопотребление и водоотведение в бассейне Волги // Водные ресурсы. 2003. Т. 30. № 3. С. 366–380.
- Диффузное загрязнение водных объектов: проблемы и решения / под ред. В.И. Данилова-Данильяна. М.: РАН, 2020. 512 с.
- Мелиоративное состояние орошаемых и осушенных сельскохозяйственных угодий и техническое состояние оросительных и осушительных систем по состоянию на 01.01. 2001 г. (мелиоративный кадастр). М.: МСХ РФ, 2001. 36 с.
- О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2021 году. Государственный доклад. М.: Минприроды России; МГУ имени М.В. Ломоносова, 2022. 684 с.
- Охрана окружающей среды в России. 2001: Стат. сб. М.: Госкомстат России, 2001. 229 с.
- Охрана окружающей среды в России. 2006: Стат. сб. М.: Росстат, 2006. 239 с.
- Охрана окружающей среды в России. 2010: Стат. сб. М.: Росстат, 2010. 303 с.
- Показатели по оценке и учету мелиоративного состояния орошаемых сельскохозяйственных угодий и технического состояния оросительных систем по состоянию на 1 ноября 1990 г. М.: МСХ РФ, 1991. 10 с.

Water Consumption and Water Discharge in the Volga River Basin and Their Impact on Water Quality

A. P. Demin*

Institute of Water Problems, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**e-mail: deminap@mail.ru*

The purpose of the study is to assess the change in the volumes of water consumption and wastewater disposal in the basin of the Volga River and its main tributaries in the 1990–2021 period due to changing conditions, as well as their impact on water quality. The data of Federal Agency for Water Resources on various water management indicators and the data of the automated information system for state monitoring of water bodies were used as source materials. To assess the quality of surface waters, materials from regional environmental departments and Rospotrebnadzor were involved. The data of regional federal state budget institutions were used to assess the state of irrigated agricultural land. It was revealed, that from 1990 to 2021 freshwater intake in the basin of the Volga River decreased by 2.3 times. The water turnover ratio increased from 79.5 to 86.7%. In recent years, an increase in the area of irrigated land has begun. The average daily specific water consumption per inhabitant has decreased in all regions as a result of the introduction of water meters and water-saving equipment in housing and communal services. It was revealed that the share of polluted waters in the total volume of discharged waters decreased from 47.3% in 1990 to 43.4% in 2021, but it increased in the basins of many Volga tributaries. Only every sixth cubic meter of polluted water is now cleaned up to standards. It has been established that the amount of the main pollutants discharged with wastewater has decreased ten times over the 1990–2021 period. Although there has been a significant increase in the capacity of treatment facilities over the years of the federal project “Improvement of the Volga” (2019–2021), six of the 12 most important substances have seen an increase in pollution over this period. Despite a decrease in

the controlled mass of incoming pollutants, there is generally no improvement in surface water quality, which indicates an increase in pollution from diffuse sources and, possibly, bottom sediments.

Keywords: river basins, land irrigation, water consumption, wastewater, river water quality, pollutant discharge, treatment facilities

REFERENCES

- Demin A.P. The use of water resources in Russia: the current state and prospective assessments. *Doct. Sci. (Geogr.) Dissertation*. Moscow: Water Probl. Inst., Russ. Acad. Sci., 2011. 284 p.
- Demin A.P., Ismajylov G.H. Water consumption and sanitation in the Volga basin. *Water Resour.*, 2003, vol. 30, no. 3, pp. 366–380. (In Russ.).
- Diffuznoe zagryaznenie vodnykh ob'ektov: problemy i resheniya* [Diffuse Pollution of Water Bodies: Problems and Solutions]. Danilov-Danilyan V.I., Ed. Moscow: Russ. Acad. Sci. Publ., 2020. 512 p.
- Meliorativnoe sostoyanie oroshaemykh i osushennykh sel'skokhozyaistvennykh ugodii i tekhnicheskoe sostoyanie orositel'nykh i osushitel'nykh sistem po sostoyaniyu na 01.01.2001 g. (meliorativnyi kadastr)* [Ameliorative Condition of Irrigated and Drained Agricultural Lands and Technical Condition of Irrigation and Drainage Systems on 01.01.2001 (Reclamation Cadaster)]. Moscow: MSH RF, 2001. 36 p.
- O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchei sredy Rossiiskoi Federatsii v 2021 godu. Gosudarstvennyi doklad* [On the State and Protection of the Environment of the Russian Federation in 2021. Government Report]. Moscow: Ministry Nat. Resour. RF; MSU, 2022. 684 p.
- Okhrana okruzhayushchei sredy v Rossii. 2001: Stat. sb.* [Environmental Protection in Russia. 2001. Data Book]. Moscow: GosKomStat RF, 2001. 229 p.
- Okhrana okruzhayushchei sredy v Rossii. 2006: Stat. sb.* [Environmental Protection in Russia. 2006. Data Book]. Moscow: GosKomStat RF, 2006. 239 p.
- Okhrana okruzhayushchei sredy v Rossii. 2010: Stat. sb.* [Environmental Protection in Russia. 2010. Data Book]. Moscow: GosKomStat RF, 2010. 303 p.
- Venicianov E.V., Kirpichnikova N.V. Modern environmental problems of the Ivankovo reservoir – A source of water supply for Moscow]. In *Ekologiya rechnykh basseinov: Tr. 8-i Mezhd. Nauch.-Prakt. Konf.* [Ecology of River Basins: Proc. 8th Int. Sci.-Pract. Conf.]. Vladimir: Araim Publ., 2016, pp. 325–330. (In Russ.).
- Vodnye resursy i vodnoe khozyaistvo Rossii v 2009 godu (Statisticheskii sbornik)* [Water Resources and Water Management of Russia in 2009 (Data Book)]. Rybal'skii N.G., Dumnov A.D., Eds. Moscow: NIA-Priroda Publ., 2010. 372 p.
- Vodnye resursy i vodnoe khozyaistvo Rossii v 2018 godu (Statisticheskii sbornik)* [Water Resources and Water Management of Russia in 2018 (Data Book)]. Rybal'skii N.G., Omel'yanenko V.A., Eds. Moscow: NIA-Priroda Publ., 2019. 274 p.
- Vody Rossii (sostoyanie, ispol'zovanie, okhrana). 1986–1990 gg.* [Waters of Russia (State, Use, Protection). 1986–1990]. Sverdlovsk: UralNIIVH Publ., 1991. 148 p.
- Vozrozhdenie Volgi – shag k spaseniyu Rossii* [The Revival of the Volga Is a Step Towards the Salvation of Russia]. Komarov I.K., Ed. Moscow; N. Novgorod: Ekologiya Publ., 1996. 464 p.