

УДК [556.31:628.3](282.247.41)«450.15»

А.П. Демин

СТОЧНЫЕ ВОДЫ И КАЧЕСТВО ВОДЫ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ВОЛГА (2000–2015 ГГ.)

ФГБУН «Институт водных проблем Российской академии наук», deminar@mail.ru

A.P. Demin

WASTE WATER AND WATER QUALITY IN THE VOLGA RIVER BASIN (2000–2015)

В статье приведены основные характеристики социально-экономического развития бассейна р. Волги в 2015 г. Показано сокращение водопотребления и водоотведения в бассейне в результате трансформации экономики и социальной сферы за 2000–2015 гг., изменение качества сточных вод. Представлены данные по существенному сокращению сброса загрязняющих веществ в составе сточных вод. Показан рост мощности станций по очистке сточных вод и низкая эффективность их работы. Выявлено, что в большинстве речных бассейнов состояние качества воды остается неудовлетворительным.

Ключевые слова: водопотребление, водоотведение, структура сточных вод, очистные сооружения, загрязняющие вещества, качество воды.

The main characteristics of the socio-economic development of the basin of the river Volga in 2015 are given. The reduction of water consumption and wastewater in the basin as a result of the transformation of the economy and social sphere for 2000–2015, the change in the quality of sewage are shown. Data on the significant reduction in the discharge of pollutants in sewage water are presented. The increase in the capacity of wastewater treatment plants and the low efficiency of their operation are shown. It has been revealed that in most river basins the state of water quality remains unsatisfactory.

Keywords: water consumption, water disposal, sewage structure, treatment facilities, pollutants, water quality.

Введение

Волга – крупнейшая река Европы. Водосборная площадь ее бассейна составляет по разным оценкам от 1360 до 1431 тыс. км² [8], 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 г. Москвы.

Хотя волжский бассейн занимает только 8 % территории РФ, это важнейший в экономическом отношении регион России. Расчеты, выполненные на основе обработки статистических материалов Росстата [10], показывают, что здесь располагается 31 % посевов сельскохозяйственных культур, 43 % основных фондов экономики, производится почти половина валового регионального продукта России, что определяет высокую степень антропогенной нагрузки (табл. 1). В 2016 г. на территории бассейна проживало 60,8 млн человек (41,5 % населения РФ), из них

48,8 млн человек – 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 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 производства отходов. 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

Таблица 1

Основные показатели социально-экономического развития в бассейне Волги

Регион	Число субъектов РФ*	Площадь территории в пределах бассейна, тыс. км ²	Численность постоянного населения в среднем за 2016 г., тыс. чел.			Основные фонды отраслей экономики на конец 2015 г., млрд руб.	Валовой региональный продукт в 2014 г., млрд руб.	Площадь посевов сельскохозяйственных культур в 2014 г., тыс. га	Площадь орошаемых земель на 01.01.2016 г., тыс. га
			всего	городское	сельское				
Верхняя Волга	27/10	648,0	38 035,7	31 695,8	6 339,9	49 669,1	20 258,7	9 897,2	433,4
Кама	14/1	504,3	11 774,5	8 386,6	3 387,9	9 720,1	3 920,5	6 717,7	154,4
Нижняя Волга	9/2	278,3	11 007,3	8 691,6	2 315,8	8 953,5	3 514,8	7 938,9	867,8
Всего по бассейну Волги	38/17	1 430,7	60 817,5	48 774,0	12 043,6	6 8342,7	27 693,9	24 553,8	1 455,5
Всего по РФ	85	17 125,2	146 674,5	108 844,9	37 829,6	160 725,0	58 900,1	78 525	4 663,6
Бассейн Волги, % РФ	44,7	8,4	41,5	44,8	31,8	42,5	47,0	31,3	31,1
Части бассейна, % всего бассейна									
Верхняя Волга		45,3	62,5	65,0	52,6	72,7	73,2	40,3	29,8
Кама		35,2	19,4	17,2	28,1	14,2	14,2	27,4	10,6
Нижняя Волга		19,5	18,1	17,8	19,2	13,1	12,7	32,3	59,6

* Числитель – общее количество субъектов, знаменатель – количество субъектов, полностью входящих в часть бассейна Волги.

необходимым условием сокращения объемов отводимых сточных вод и, следовательно, загрязняющих веществ (ЗВ), содержащихся в них.

Водопотребление и водоотведение в бассейне Волги

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 спецификой 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, оптимальные условия для эксплуатации водного транспорта, а также орошаемое земледелие, рыбозаповедение, гидроэнергетику и специальные экологические попуски. Площадь бассейна составляет 648 тыс. км², а численность населения превышает 38 млн человек. Этот регион характеризуется высокой концентрацией промышленного производства, торговли и отраслей, оказывающих нерыночные услуги. Здесь производится 73 % 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 Удмуртия, Башкортостан, Чувашия, Татарстан и частично Вологодской, Костромской, Нижегородской, Оренбургской, Свердловской, Челябинской областей, республик Марий Эл и Коми, а также водный транспорт, рыбозаповедение, орошаемое земледелие, гидроэнергетику и специальные экологические попуски. Площадь бассейна составляет 504 тыс. км², а численность населения почти – 12 млн человек. Этот регион наряду с высокой концентрацией промышленности (прежде всего топливной, машиностроительной, химической и нефтехимической) характеризуется развитым сельским хозяйством.

Бассейн Нижней Волги охватывает территорию девяти субъектов РФ (республики Калмыкии, Татарстан, Астраханской, Волгоградской, Оренбургской, Самарской, Саратовской, Ульяновской и очень малую часть Пензенской областей) и занимает площадь 278 тыс. км² с численностью населения более 11 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 машиностроительной и топливной отраслями.

В 2000 г. забор пресной воды из водных объектов бассейна Волги составлял 25,9 км³, но к 2015 г. этот показатель снизился до 19,0 км³, или в 1,4 раза [2]. Удельный вес бассейна Волги во всем водопотреблении России снизился с 30,1 %

в 2000 г. до 27,6 % в 2015 г., что говорит об ускоренном снижении антропогенной нагрузки в этом бассейне по сравнению с другими регионами России.

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. 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 2015 г. на ее долю приходилось 58 % общего водопотребления, хотя еще в середине 1990-х гг. (период резкого спада промышленного производства) этот показатель не превышал 49 % [6].

В 1980-е гг. 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 2000 по 2015 г. использование свежей воды в бассейне Волги на производственные нужды сократилось с 11,7 до 9,2 км³, оборотной и повторно-последовательной – с 50,9 до 44,1 км³, а суммарное водоснабжение – с 62,7 до 53,3 км³ [10]. 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 81,3 до 82,8 %.

В середине 1990-х гг. ставилась задача довести долю оборотного водоснабжения в промышленности в ближайшие 10–15 лет до 85–90 % [3]. Прошло более 20 лет, но эти планы не выполнены. В настоящее время наиболее высокий коэффициент водооборота отмечается на Нижней Волге (92,7 %), 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 81,4 %, в бассейне Верхней Волги – 78,3 %.

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 2015 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 гг. стабилизировалась на уровне 1,5 млн га. 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 717 тыс. га в 2000 г. до 436 тыс. га в 2015 г. В бассейне Камы за 15 лет площадь фактически политых земель снизилась в 3,3 раза, на Верхней Волге – в 2 раза, на Нижней Волге – в 1,4 раза. Существенно снизились объемы воды, используемой на орошение. Так, если в 2000 г. на нужды регулярного и лиманного орошения расходовалось 1,68 км³, то в 2015 г. – 0,8 км³ воды. Произошло это как из-за резкого сокращения поливаемых площадей, так и за счет снижения удельного водопотребления.

Площадь орошаемых земель России, которые не поливаются, возросла с 0,8–1 млн га в начале 1990-х гг. до 3 млн га. Если в 2000 г. удельный вес 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 составлял 53 %, то к 2015 г. он повысился до 70 %. 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 наблюдается 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 40–60 % орошаемых земель, хотя еще в конце 1990-х гг. этот показатель, например, в Астраханской области доходил до 98 %.

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 из 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: в 2000 г. – 6,44 км³; в 2005 г. – 6,03 км³; в 2010 г. – 4,6 км³; в 2015 г. – 3,78 км³. В среднем по бассейну с 2000 по 2015 г. среднесуточное водопотребление 1 жителя (городского и сельского) снизилось с 289 до 171 л, или на 41 %. Впечатляющие успехи по снижению водопотребления достигнуты в Москве – в 2,6 раза. Наряду с прочими, одной из основных причин этого является реализация программы по оснащению жилищного фонда приборами учета воды.

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 15 лет с 17,4 до 12,6 км³ (в 1,4 раза). На бассейн Верхней Волги в 2015 г. приходилось 65 % водоотведения. Значительную часть отводимых после использования вод составляют загрязненные сточные воды. Их доля в общем объеме отводимых сточных вод сократилась с 48 % в 2000 г. до 43,5 % в 2015 г.

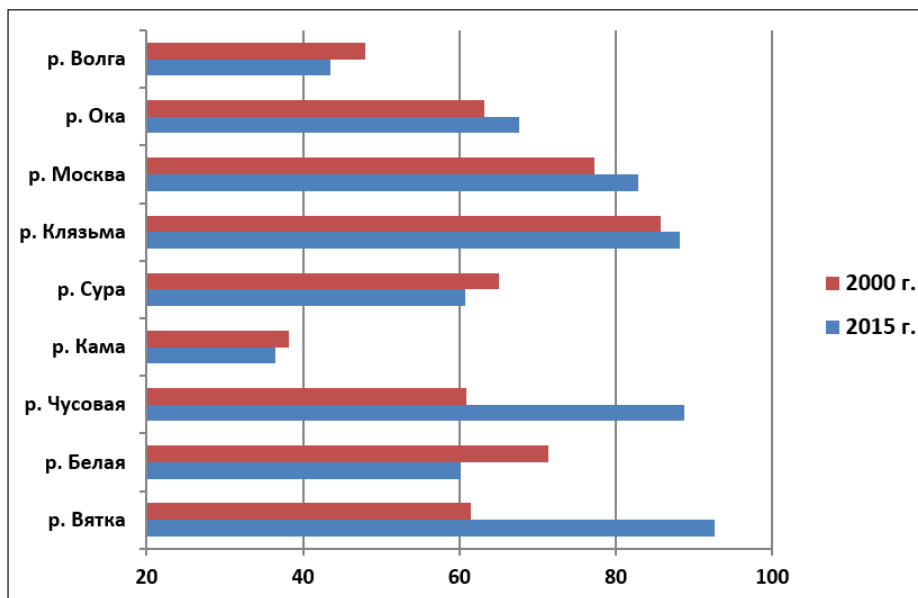


Рис. 1. Доля загрязненной воды в общем объеме сточной воды, %

В бассейне р. Оки за 2000–2015 гг. общий сброс сточных вод сократился в 1,55 раза, в бассейне р. Москвы – в 1,56 раза, в бассейне р. Клязьмы – в 1,63 раза, а в бассейне р. Суры — в 1,55 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 удельный вес загрязненных сточных вод за 15 лет вырос с 63 до 68 %, а на ее крупнейшем притоке, р. Москве, – с 77 до 83 %. Наиболее загрязнены сточные воды в бассейне р. Клязьмы, где удельный вес загрязненных вод составляет 86–88 %. Лишь в бассейне р. Суры доля загрязненных сточных вод сократилась с 65 до 61 % (рис. 1).

За 2000–2015 гг. объем сброса сточных, шахтно-рудничных и коллекторно-дренажных вод в водные объекты бассейна Камы снизился с 4,05 до 3,17 км³ (1,28 раза). При этом доля загрязненных сточных вод снизилась незначительно (с 38,2 до 36,5 %). На всех притоках Камы наблюдается неблагоприятное соотношение загрязненных и нормативно-чистых вод. Так, в бассейне р. Чусовой удельный вес загрязненных сточных вод за 15 лет вырос с 61 до 89 %, в бассейне р. Вятки – с 61 до 93 %. За этот же период в бассейне р. Белой доля загрязненных сточных вод снизилась с 71 до 60 %.

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 с орошаемых земель.

Основной объем загрязненных сточных вод в 2015 г. сбрасывался предприятиями, производящими и распределяющими электроэнергию, газ и воду — 55 %, обрабатывающими производствами — 18 % (в первую очередь химическими, целлюлозно-бумажными и металлургическими), а также предприятиями по удалению сточных вод и отходов — 12 %.

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 (ЗВ), а коллекторно-дренажные воды несут в себе пестициды, соединения азота и фосфора. Нормативно-чистые воды составляют большую часть в суммарном водоотведении (62–63 %).

В настоящее время большая часть загрязненных сточных вод сбрасывается в водоприемники без очистки или недостаточно очищенными. Наибольшие объемы загрязненных сточных вод на Верхней Волге сбрасывают города Москва, Нижний Новгород, Ярославль, Череповец, Иваново. В бассейне р. Камы наибольшие объемы загрязненных сточных вод приходятся на долю городов Уфа, Пермь, Набережные Челны, Стерлитамак. В целом по бассейну Волги объем сбрасываемых загрязненных сточных вод с 2000 по 2015 г. снизился с 8,35 до 5,47 км³, или более чем в 1,5 раза. Казалось бы, можно улучшить качество очистки при столь существенном сокращении сбрасываемых стоков. Однако объем нормативно очищенных сточных вод на сооружениях очистки за этот период также сократился — с 743 до 579 млн м³, или в 1,3 раза. При этом в бассейне р. Оки он сократился в 4,2 раза; в бассейне р. Москвы — в 2,7 раза; в бассейне р. Суры — в 3,6 раза; в бассейне р. Камы — в 2,7 раза; в бассейне р. Чусовой — в 6,2 раза, а в бассейне р. Вятки — в 84 раза. Лишь в бассейне р. Белой объем нормативно очищенных сточных вод вырос с 2,8 до 28,6 млн м³.

В результате доля нормативно очищенной воды в общем объеме сточных вод, требующих очистки, за 15 лет в бассейне Волги выросла на очень незначительную величину — с 8,2 до 9,6 %, то есть до нормативов сейчас очищается только каждый десятый кубометр загрязненной воды. При этом в большинстве бассейнов крупных и средних рек доля нормативно очищенной воды в общем объеме сточных вод, требующих очистки, сократилась (рис. 2). Так, в бассейне р. Оки эта доля снизилась с 4,6 до 1,7 %, в бассейне р. Москвы — с 1,6 до 1,0 %, в бассейне р. Суры — с 2,7 до 1,0 %, в бассейне р. Камы — с 18,8 до 10,5 %, а в бассейне р. Вятки — с 16,8 до 0,3 %. Лишь в бассейне р. Клязьмы доля нормативно очищенной воды выросла до 1,4 %, а наибольший рост произошел в бассейне р. Белой — с 0,5 до 8,0 %.

Отраслевой анализ показывает, что из всех сточных вод, подлежащих очистке, нормативно очищается на обрабатывающих производствах 7,5 %, на предприятиях электроэнергетики — 12,8 %, в сельском хозяйстве — лишь 0,8 %. Это связано с рядом причин, по которым существующие очистные сооружения не способны обеспечить нормативную очистку. Самая высокая доля нормативно очищенных вод наблюдается на предприятиях транспорта и связи — 22,1 %.

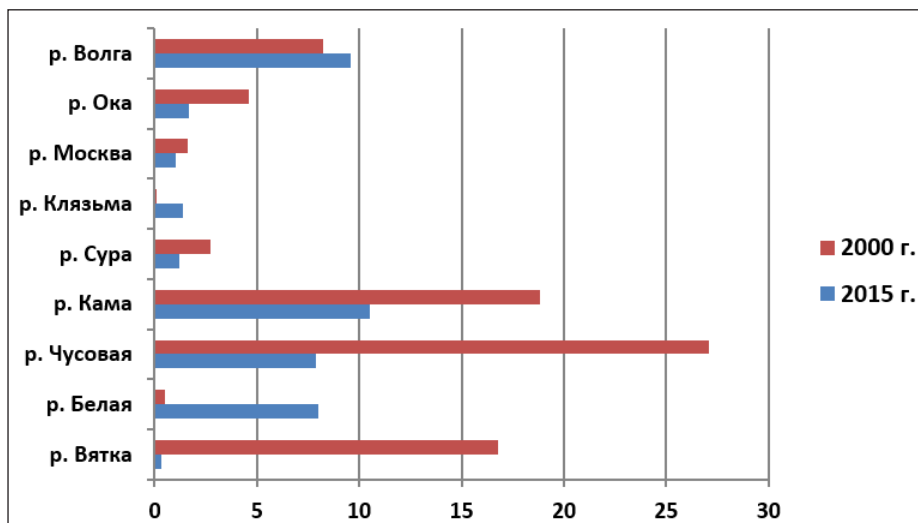


Рис. 2. Доля нормативно очищенной воды в общем объеме сточных вод, требующих очистки, %

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 600 тыс. м³ воды в сутки. За последующие 5 лет вводилось в среднем по 840 тыс. м³ мощностей в год. За период 2011–2015 гг. ввод мощностей по годам был очень неравномерен, но в среднем в указанный промежуток времени ежегодно вводилось станций для очистки сточных вод мощностью 1300 тыс. м³ воды в сутки в 2,2 раза больше, чем в начале века [9, 10].

Суммарная мощность очистных сооружений в бассейне р. Волги в 2015 г. достигла 14,99 км³ и превысила уровень 2000 г. на 11 %. Из соотношения ее с объемом сточных вод, требующих очистки (6,05 км³), следует, что общая мощность перекрыла потребность в 2,5 раза. Объем сточных вод, прошедших очистку, относительно объема, требующего очистки, составил в 2015 г. 91,4 %. Однако до нормы в этом году было очищено лишь 9,6 % вод, нуждавшихся в очистке.

Низкая эффективность работы очистных сооружений связана с устаревшим технологическим оборудованием и с 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 лет и более и требуют срочной реконструкции. Кроме того, 2 % городов, 16 % поселков городского типа и 95 % сельских населенных пунктов не имеют централизованных систем канализации. В 2015 г. 44 % имеющейся канализационной сети нуждалось в замене, а число аварий в системе канализации по сравнению с 2000 г. увеличилось на 45 %.

Сброс загрязнений 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 [2]. По большому числу ЗВ отмечается существенное снижение их сброса в водные объекты в 2015 г. по сравнению с 2000 г. (рис. 3). Наибольший эффект достигнут в снижении сброса меди. В целом по бассейну Волги количество сброшенной меди снизилось в 4 раза, а в бассейнах

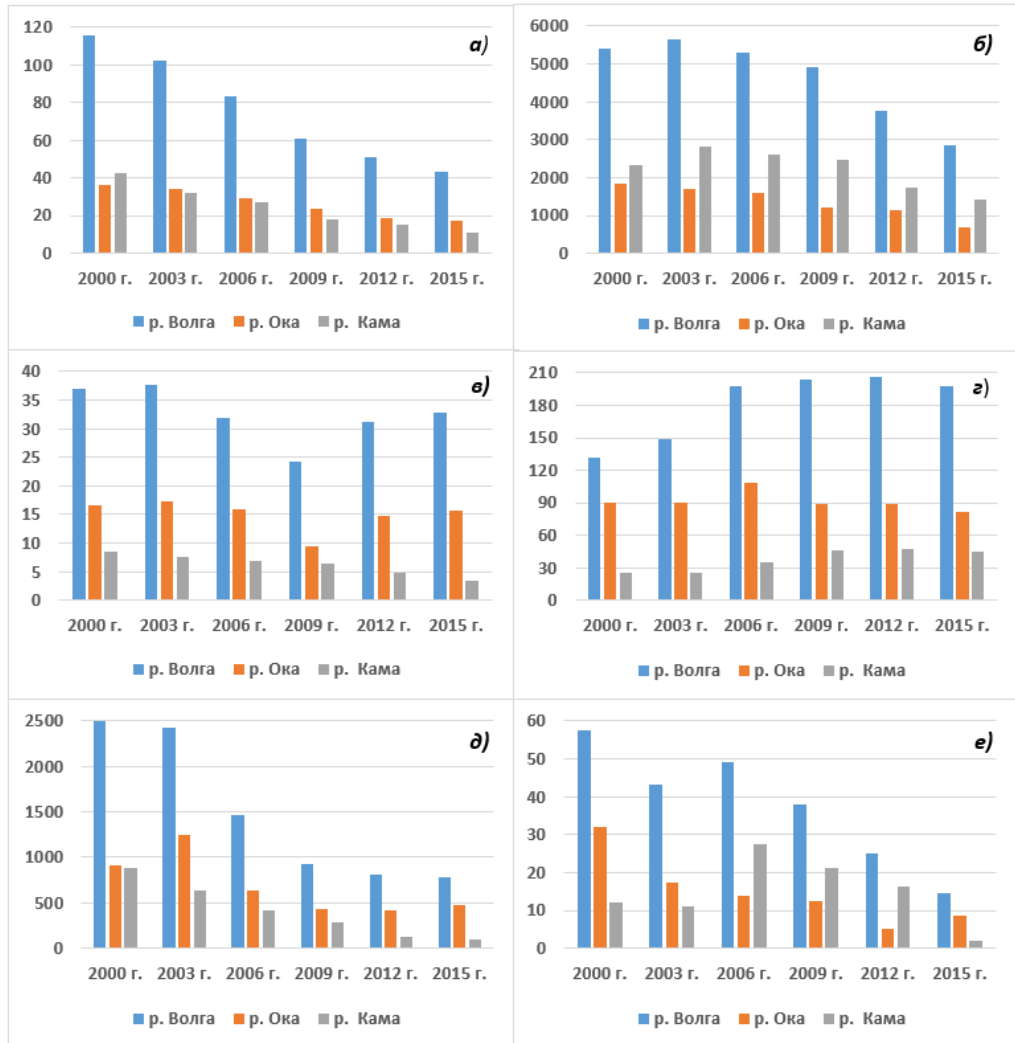


Рис. 3. Динамика сброса загрязняющих веществ в составе сточных вод в бассейнах рек Волги, Оки и Камы: а – БПК полный, тыс. т; б – сухой остаток, тыс. т; в – азот аммонийный, тыс. т; г – нитраты, тыс. т; д – нефтепродукты, т; е – медь, т

ее крупнейших притоков Оки и Камы соответственно в 3,7 и 5,8 раза. Количество нефтепродуктов в составе сточных вод сократилось за 15 лет в бассейнах Волги и Оки соответственно в 3,2 и 1,9 раза, а в бассейне Камы – более чем в 9 раз. Сброс аммонийного азота существенно снизился лишь в бассейне Камы – в 2,5 раза. Биохимическое потребление кислорода (БПК), являющееся одним из важнейших критериев уровня загрязнения водоема органическими веществами, сократилось в данных бассейнах в 2,1–3,9 раза. Количество сбрасываемых со сточными водами

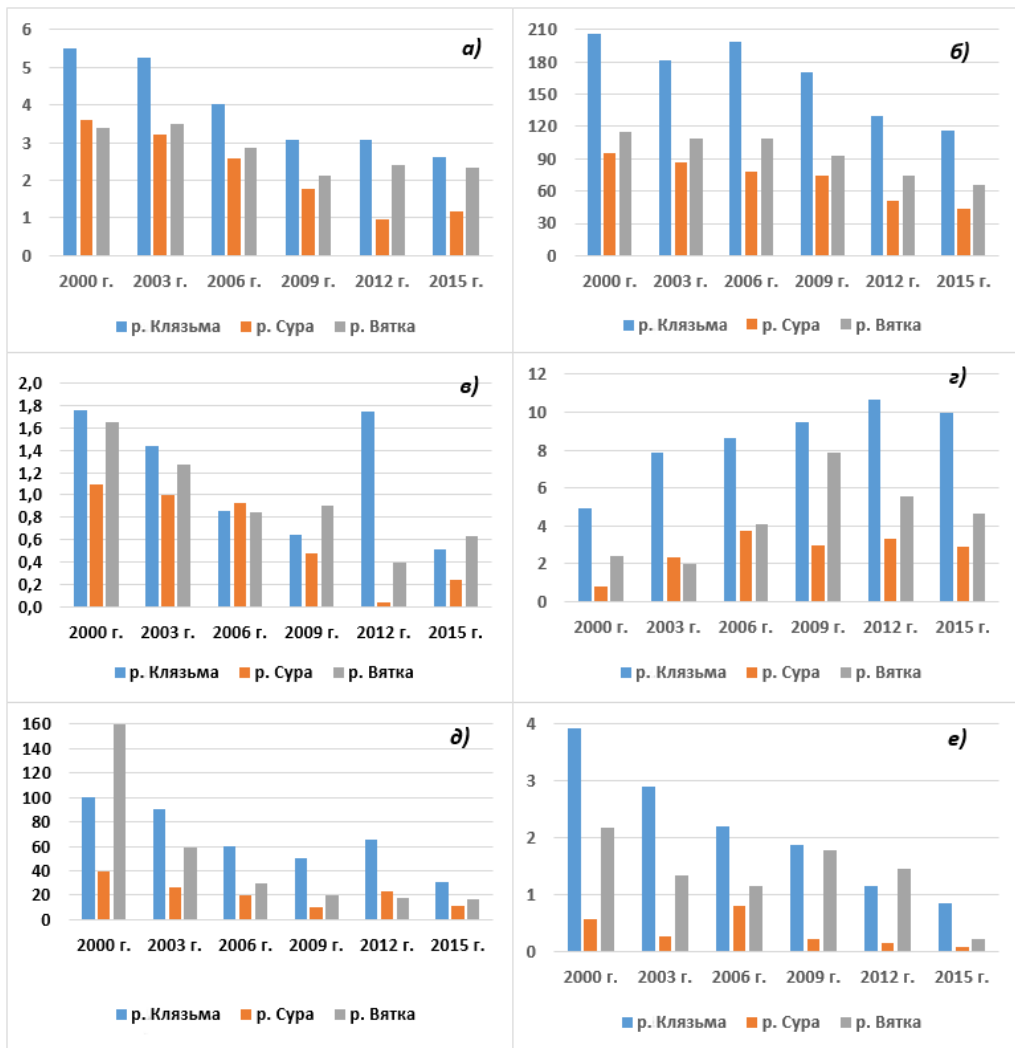


Рис. 4. Динамика сброса загрязняющих веществ в составе сточных вод в бассейнах рек Клязьмы, Суры и Вятки: а — БПК полный, тыс. т; б — сухой остаток, тыс. т; в — азот аммонийный, тыс. т; г — нитраты, тыс. т; д — нефтепродукты, т; е — медь, т

нитратов в бассейне Оки осталось почти неизменным, в бассейне Камы выросло в 1,8 раза, а в целом по бассейну Волги – в 1,5 раза.

Таким образом, хотя объем отводимых сточных вод снизился в бассейне Волги в 1,4 раза, а объем сточных вод, прошедших очистку, снизился на 31 %, количество основных сброшенных ЗВ сократилось в 2–4 раза. Это свидетельствует о том, что, несмотря на все вышеперечисленные недостатки в работе очистных сооружений, достигнут существенный эффект от проведения водоохраных мероприятий.

Аналогичные закономерности в снижении сброса ЗВ наблюдаются и в бассейнах менее крупных рек (рис. 4). В бассейне р. Вятки количество меди в составе сброшенных сточных вод сократилось в 10 раз, нефтепродуктов – в 9,5 раз, аммонийного азота – в 4,6 раза. За тот же период значительно увеличился сброс нитратов: в бассейнах рек Вятки и Клязьмы – в 2 раза, в бассейне р. Суры – в 3,5 раза.

Снизилась также и рассредоточенная по водосборной территории антропогенная нагрузка. Достаточно отметить, что количество вносимых органических и минеральных удобрений сократилось в целом по России с 1990 по 2014 г. в 6,3 и 5,2 раз соответственно. Количество пестицидов, поставляемых сельскохозяйственным производителям, за указанный период снизилось в 3 раза.

Изменение качества воды

Качественное состояние водных объектов, уровень их загрязненности оказывают прямое влияние на эколого-водохозяйственную обстановку в России. Сложившаяся практика крайне низкого финансирования водохозяйственных и водоохраных мероприятий обостряет проблему обеспечения населения и отраслей экономики качественной водой. В то же время деятельность по восстановлению устойчивого экологического состояния водных объектов требует все больших средств, так как значительно снижена их самоочищающая способность.

Исходя из приведенных выше данных о снижении в 2000-е годы 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 и по-прежнему не отвечает нормативным требованиям. 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.

Неконтролируемые источники находятся в основном вне системы контроля со стороны государственных органов, характеризуются нестационарностью режима и рассредоточенным поступлением ЗВ в водные источники. К ним относятся: поверхностный смыл с селитебных территорий, промплощадок, сельскохозяйственных угодий, а также водный транспорт, карьерные разработки, рекреация, свалки бытовых отходов, захоронения, атмосферные выбросы городов, промышленных объектов, транспорта, участвовавшие случаи аварий и катастроф и пр.

Анализ динамики качества поверхностных вод выполнен на основе статистической обработки данных гидрохимической сети Росгидромета в 2015 г.

по наиболее характерным для каждого водного объекта показателям [5]. 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» и «очень загрязненная». Вода Рыбинского водохранилища в Вологодской области (ниже г. Череповца) стабильно оценивается как «грязная». К наиболее характерным загрязняющим веществам воды Верхне-Волжских водохранилищ, среднегодовое содержание которых в последние 10 лет изменяется, как правило, незначительно, относятся органические вещества, соединения меди, в отдельных створах – легкоокисляемые органические вещества. В Ивановском и Угличском водохранилищах к ним добавляются соединения железа, у г. Дубны – фенолы. Комплексный анализ основных блоков экологического состояния Ивановского водохранилища показывает ухудшение качества воды и деградацию водоема [1].

В течение последних 10 лет в воде Чебоксарского водохранилища преобладают «загрязненные» воды, которые в 2015 г. были зафиксированы в 67 % створов. Вода водохранилища в черте г. Нижнего Новгорода и ниже г. Кстово (Нижегородская обл.) на протяжении последних пяти лет стабильно оценивается как «грязная». Качество воды притоков всех Волжских водохранилищ варьирует, как правило, от «загрязненных» до «грязных». Вода отдельных водотоков характеризуется как «слабо загрязненная» (рек Вазузы, Шоши, Войи, озер Селигера и Плещеево).

Степень загрязненности воды р. Оки изменяется по течению. На участке реки, протекающей по территориям Орловской, Калужской и Тульской областей в течение многолетнего периода, вода изменялась от «загрязненной» до «очень загрязненной». В пределах Московской области ниже 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 Москву и «грязной» как в черте Москвы, так и ниже по течению в створе ниже 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 Щелковских очистных сооружений 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».

В многолетнем плане вода собственно р. Камы, каскада ее водохранилищ и притоков характеризовалась повышенным содержанием соединений марганца,

железа, меди и органических веществ. В 2015 г. вода р. Камы и ее водохранилищ оценивалась в основном как «загрязненная».

В бассейне р. Белой сохранилась повышенной повторяемость случаев загрязненности воды водных объектов нефтепродуктами, которая в 2015 г. достигла 44 %. Повышенное содержание соединений марганца и железа в основном определяется влиянием природных факторов, формирующих химический состав поверхностных вод региона, загрязненность нефтепродуктами обусловлена преимущественно организованным и неорганизованным их поступлением с объектов нефтегазодобычи и переработки, аграрного сектора, водосборных площадей. Вода р. Белой, за небольшим исключением, на всем протяжении характеризовалась как «грязная».

Среди притоков р. Камы и ее водохранилищ (без бассейна р. Белой) в последние годы преобладали «загрязненные» воды. В 2015 г., как и в прошлые годы, в бассейне р. Камы наиболее грязными являлись реки Косьва, Чусовая, Северушка, Иж, Позимь, Мензеля, вода которых характеризовалась как «грязная». Химический состав воды р. Чусовой формируется под влиянием сточных вод предприятий жилищно-коммунального хозяйства городов Полевского, Дегтярска, Ревды, Первоуральска, р. п. Староуткинска, в целом Первоуральско-Ревдинского промузла. Многие годы р. Чусовая относится к наиболее загрязненным среди притоков р. Камы и ее водохранилищ.

В течение многолетнего периода в Куйбышевском и Саратовском водохранилищах преобладают «загрязненные» воды. Более высокий уровень загрязненности воды («грязный») чаще всего отмечается на участке Куйбышевского водохранилища в районе Казани и Новочебоксарска. Характерный уровень загрязненности воды соединениями меди отмечался на большей части акватории Куйбышевского и в отдельных створах Саратовского водохранилищ. В 2015 г. вода Волгоградского водохранилища и р. Волги у Волгограда, как и в предыдущие годы, оценивалась как «загрязненная». По сравнению с вышеуказанными водохранилищами перечень характерных загрязняющих веществ воды возрастает до 4–5 ПДК. К ним относятся органические вещества, соединения меди и цинка, у г. Волгограда к ним добавляются фенолы.

Вода р. Волги ниже Астрахани в последние семь лет стабильно оценивается как «грязная». Число и перечень характерных загрязняющих веществ воды на этом участке реки остаются неизменными; среднегодовые концентрации изменяются незначительно и составляют: нефтепродуктов – 2–3 ПДК, соединений меди – 3–4 ПДК, цинка, железа, органических веществ – 1–2 ПДК. На этом участке реки сохраняется неустойчивой загрязненность воды нитритным азотом – до 4–6 ПДК.

Кроме того, значительный интерес представляют данные Роспотребнадзора по динамике качества вод [11]. В табл. 2 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 вовсе не отбирались.

Таблица 2

Удельный вес 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		
	2000 г.	2010 г.	2015 г.	2000 г.	2010 г.	2015 г.
Вологодская обл.	45,0	20,2	16,2	15,9	10,0	7,1
Владимирская обл.	61,2	45,5*	80,0*	26,7	51,2	41,5
Ивановская обл.	16,1	30,2	31,3*	59,4	26,3	22,8
Калужская обл.	37,8*	33,3*	25,0*	13,4	15,7*	40,7*
Костромская обл.	3,3	27,3	12,9*	24,1	13,6	9,7
Московская обл.	39,3	28,8	28,6	26,1	27,4	25,0
Рязанская обл.	32,2	21,7	28,1*	33,7*	14,0	1,9
Тверская обл.	28,7	40,9*	26,6	25,3	33,0	19,7
Ярославская обл.	16,4	46,6	21,1	31,3	17,4	14,2
Республика Чувашия	14,1*	21,1*	18,3	27,6*	15,6	8,1
Кировская обл.	66,3	42,0	45,0	26,1	32,7	24,2
Нижегородская обл.	59,6	54,5*	38,2*	13,9	58,7	48,2*
Республика Татарстан	60,0*	19,2*	22,0*	15,0	20,8*	3,1*
Астраханская обл.	9,2	10,5	3,9	7,7	4,8	5,2
Волгоградская обл.	24,0	2,2	35,2	18,7	5,9	3,6
Оренбургская обл.	16,0	10,9	0,7	2,3	2,7	0,8
Пензенская обл.	24,9	24,1*	6,7*	15,3	63,6*	36,8*
Самарская обл.	47,0	24,6*	21,9*	19,1	23,9	26,9
Саратовская обл.	34,5	15,5	12,1	23,0	6,9	6,7
Ульяновская обл.	66,7*	51,2*	34,9	38,7	10,4*	33,3*
Республика Башкортостан	14,3	5,0*	26,8*	12,2	6,3	7,5
Удмуртская Республика	9,4	22,5*	21,9*	18,1	23,0	9,5
Пермский край	31,4	34,2	57,5	33,7	12,2	7,4
Челябинская обл.	15,3	22,3	31,8	9,3	6,0	11,3
Россия	27,6	23,3	23,3	23,4	18,2	16,0

* Общее число исследованных проб меньше 100.

Состояние источников централизованного питьевого водоснабжения и качество воды в местах водозабора изменяются медленно и продолжают оставаться неудовлетворительными. Удельный вес неудовлетворительных проб по санитарно-химическим показателям в водоемах I категории в 10 регионах даже увеличился и на более половине территорий был хуже, чем среднероссийский показатель. По микробиологическим показателям качество воды за 15 лет ухудшилось в семи регионах. В настоящее время удельный вес исследованных проб, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по микробиологическим показателям в водоемах I категории, в 10 регионах бассейна р. Волги (42 % представленных в табл. 2) хуже среднероссийского показателя. По паразитологическим показателям в 2015 г. не соответствовало санитарным требованиям 11,2 % проб

Таблица 3

Удельный вес исследованных проб, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по санитарно-химическим и микробиологическим показателям в водоемах II категории регионов бассейна р. Волги, %

Субъект Федерации	Санитарно-химические показатели			Микробиологические показатели		
	2000 г.	2010 г.	2015 г.	2000 г.	2010 г.	2015 г.
Вологодская обл.	48,1	32,4	23,1	29,6	18,5	13,3
Владимирская обл.	45,2	36,6	52,4	22,9	35,5	32,4
Ивановская обл.	17,6	10,6	46,8	32,4	35,7	46,4
Калужская обл.	20,3	19,8	32,7	9,3	18,4	28,0
Костромская обл.	9,9	37,0	28,5	11,3	42,9	8,7
Москва	61,7	54,0	39,0	53,5	71,3	57,7
Московская обл.	31,4	29,9	32,2	33,0	30,5	25,4
Орловская обл.	25,9	24,2	19,7	11,0	11,3	5,3
Рязанская обл.	20,5	24,8	27,1	27,4	16,8	12,9
Тамбовская обл.	6,8	16,6	5,9	13,5	27,3	5,8
Тверская обл.	10,2	35,2	28,1	24,6	43,9	45,0
Тульская обл.	31,0	47,2	26,5	27,7	17,6	11,6
Ярославская обл.	13,3	37,5	29,9	43,9	50,0	48,3
Республика Марий Эл	11,2	7,2	1,4	14,3	5,0	0,8
Республика Мордовия	16,7	24,8	15,4	6,2	22,2	14,8
Республика Чувашия	22,7	34,0	0,8	11,3	15,7	6,8
Кировская обл.	35,7	42,0	18,6	30,1	44,8	32,5
Нижегородская обл.	42,0	38,8	25,1	21,6	35,0	35,3
Республика Татарстан	23,0	24,9	18,3	18,9	26,9	16,2
Астраханская обл.	9,0	7,0	1,9	14,3	18,3	16,1
Волгоградская обл.	37,9	17,3	8,7	21,1	27,7	14,0
Пензенская обл.	17,9	12,9	22,5	3,2	26,1	29,8
Самарская обл.	48,6	27,1	17,4	19,9	26,8	29,7
Саратовская обл.	31,7	19,6	17,6	32,0	19,8	18,1
Ульяновская обл.	6,9	9,3	3,6	21,0	7,2	3,4
Республика Башкортостан	10,2	20,4	12,0	6,7	7,7	8,3
Удмуртская Республика	33,3	29,6	22,2	9,6	39,0	23,9
Пермский край	34,5	27,9	28,1	17,6	19,9	38,7
Россия	25,7	26,5	22,0	20,9	25,9	23,3

во Владимирской, 4,2 % – в Тверской и 2,8 % – в Кировской областях, что существенно превышало общероссийский уровень (0,6 %).

Качество воды водоемов II категории, находящихся в местах рекреации населения, отличается от качества воды водоемов I категории (табл. 3). Удельный вес исследованных проб, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по санитарно-химическим показателям в водоемах II категории по тому же списку регионов бассейна р. Волги, которые представлены в табл. 2, в среднем

на 3 % ниже, чем доля проб в водоемах I категории. Однако по микробиологическим показателям качество воды водоемов II категории значительно уступает качеству воды водоемов I категории – доля неудовлетворительных проб на 9,6 процентных пункта выше.

По санитарно-химическим показателям качество воды водоемов II категории за 15 лет ухудшилось в 10 регионах и на более чем половине территорий волжского бассейна было хуже, чем в среднем по России. По микробиологическим показателям качество воды за тот же срок ухудшилось в 16 регионах и было хуже среднероссийского уровня почти на половине территорий бассейна. По паразитологическим показателям в 2015 г. не соответствовало санитарным требованиям 7,4 % проб во Владимирской, 2,2 % – в Тамбовской, 2,7 % – в Тверской, 4,7 % – в Ярославской, 1,7 % – в Кировской, 3,4 % – в Саратовской областях, а также 1,6 % – в Удмуртской Республике и 3,3 % – в Республике Чувашия при среднероссийском уровне 1,1 %.

Практически все водные объекты бассейна Волги подвержены антропогенному воздействию. Степень загрязненности воды реки в целом устойчиво сохраняется на уровне прошлых лет. 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.

Итак, несмотря на снижение контролируемой массы поступающих ЗВ, улучшения качества вод в целом не наблюдается. Это 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 чрезвычайных ситуаций в результате аварий и катастроф в промышленности, ЖКХ и на транспорте [7].

В настоящее время экономические инструменты регулирования водопользования недостаточно мотивируют водопользователей к проведению водоохранных 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.

За 2005–2015 гг. сумма платежей за негативное воздействие на водные объекты выросла с 3,22 до 4,92 млрд руб. в номинальном исчислении, или на 53 % [4]. Однако с учетом фактического роста цен указанное увеличение было существенно меньшим. Помимо значительного увеличения бюджетного финансирования, охране вод нужны другие инструменты, в том числе нерыночного характера.

Выводы

Поставленные ранее цели по доведению доли оборотного водоснабжения в промышленности до 85–90 % не выполнены. Коэффициент водооборота в целом по бассейну Волги за 2000–2015 гг. увеличился лишь с 81,3 до 82,8 %.

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 15 лет с 17,4 до 12,6 км³ (в 1,4 раза). Доля загрязненных вод в общем объеме отводимых вод сократилась с 48 % в 2000 г. до 43,5 % в 2015 г., но на многих притоках Волги она выросла.

Объем нормативно очищенных сточных вод на сооружениях очистки за этот период также сократился – с 743 до 579 млн м³, или в 1,3 раза. До нормативов сейчас очищается только каждый десятый кубометр загрязненной воды.

Количество основных загрязняющих веществ, сброшенных со сточными водами, за 2000–2015 гг. существенно снизилось. Сброс меди снизился в 4 раза, нефтепродуктов – в 3,2 раза, сухого остатка – в 1,9 раза. Лишь сброс нитратов вырос в 1,5 раза. Снизилась также и рассредоточенная по водосборной территории антропогенная нагрузка – количество вносимых органических и минеральных удобрений, пестицидов и пр.

Несмотря на снижение контролируемой массы поступающих ЗВ, улучшения качества поверхностных и подземных вод в целом не наблюдается.

Литература

1. *Веницианов Е.В., Кирпичникова Н.В.* Современные экологические проблемы Ивановского водохранилища – источника водоснабжения г. Москвы // Экология речных бассейнов: Тр. 8-й Межд. науч.-практ. конф. – Владимир: Араим, 2016. – С. 325–330.
2. *Водные ресурсы и водное хозяйство России в 2015 году: стат. сб. / под ред. Н.Г. Рыбальского и А.Д. Думнова.* – М.: НИА-Природа, 2016. – 267 с.
3. *Возрождение Волги – шаг к спасению России / под ред. И.К. Комарова.* – М.; Н. Новгород: Экология, 1996. – 464 с.
4. *Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2015 году».* – М.: НИА-Природа, 2016. – 270 с.
5. *Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году».* – М.: Минприроды России; НИА-Природа, 2016. – 639 с.
6. *Демин А.П.* Эффективность использования водных ресурсов в бассейне Волги // Водные ресурсы. 2005. Т. 32, № 6. – С. 653–663.
7. *Демин А.П.* Использование водных ресурсов России: современное состояние и перспективные оценки: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. – М., 2011. – 48 с.
8. *Отчет о НИР по теме 12фцп-Н8-01 «Обобщение по территории Российской Федерации данных гидрологического мониторинга в виде справочных изданий и актуализированных карт расчетных гидрологических характеристик рек бассейнов Верхней Волги, Камы и Нижней Волги».* – М.: ИГ РАН, 2013. – 326 с.
9. *Охрана окружающей среды в России. 2006: стат. сб.* – М.: Росстат, 2006. – 239 с.
10. *Сайт* Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>.
11. *Сайт* Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rospotrebnadzor.ru>.