

А.П. ДЕМИН, А.В. ЗАЙЦЕВА

Институт водных проблем РАН,  
119333, Москва, ул. Губкина, 3, Россия, deminap@mail.ru, yew-tree@mail.ru

## СБРОС ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ И КАЧЕСТВО ВОДЫ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ДОН

*Исследованы изменения объема и состава сбрасываемых сточных вод, содержащихся в них загрязняющих веществ, а также качества воды в бассейне р. Дон за длительный период. Выявлено, что сброс сточных, шахтно-рудничных и коллекторно-дренажных вод в поверхностные водные объекты бассейна р. Дон за 25 лет снизился почти в два раза — с 4,4 до 2,4 км<sup>3</sup>. Доля загрязненных сточных вод снизилась с 30,4 до 21,8 %. Установлено, что до нормативов в 2020 г. очищался только каждый шестой кубометр воды, требующей очистки. Показано, что количество основных загрязняющих веществ, сброшенных со сточными водами за 1995–2020 гг., резко снизилось. В целом по бассейну Дона сброс нефтепродуктов снизился в 6,6 раза; меди, железа, сульфатов — в 4–4,5 раза; биохимическое потребление кислорода — в 2,8 раза, масса сухого остатка — в 3,1 раза. В то же время по двум веществам наблюдался существенный рост сбросов: по нитратам — в 2,8 раза, по азоту аммонийному — в 1,5 раза. Качество воды по стволу р. Дон изменялось как в сторону улучшения, так и в сторону ухудшения. За 2010–2020 гг. практически на всем верхнем и среднем Дону наблюдалось улучшение качества воды: классы качества и разряды не всегда изменялись, но при этом значение удельного комбинаторного индекса загрязненности воды уменьшалось. В низовьях Дона качество воды ухудшалось. В бассейне р. Воронеж сброс железа и меди со сточными водами снизился в 8,8 и 4,7 раза; органических веществ, нефтепродуктов, сульфатов и хлоридов — в 3–3,2 раза, сухого остатка и азота аммонийного — в 2–2,3 раза. При этом качество воды в замыкающем створе Воронежского водохранилища по большинству ингредиентов снижалось. Аналогичная ситуация наблюдалась в бассейне р. Северский Донец. Несмотря на снижение контролируемой массы поступающих загрязняющих веществ улучшения качества поверхностных вод как по стволу р. Дон, так и по бассейнам его крупных притоков не наблюдалось, что говорит о росте загрязнений, поступающих от диффузных источников и донных отложений.*

**Ключевые слова:** структура сточных вод, удельный комбинаторный индекс загрязненности воды, притоки р. Дон, источники загрязнения, мониторинг водных объектов, очистные сооружения.

A.P. DEMIN, A.V. ZAITSEVA

Water Problems Institute, Russian Academy of Sciences,  
119333, Moscow, ul. Gubkina, 3, Russia, deminap@mail.ru, yew-tree@mail.ru

## POLLUTANT DISCHARGE AND WATER QUALITY WITHIN THE DON RIVER BASIN

*The aim of this article is to study changes in the volume and composition of discharged wastewater, the pollutants they contain, as well as water quality in the Don River basin over a long period. It is found that discharges of sewage, mine and collector and drainage waters into the surface water bodies of the Don River basin have decreased almost twice, i. e. from 4.4 to 2.4 km<sup>3</sup> over 25 years. The proportion of polluted wastewater decreased from 30.4 to 21.8 %. It is established that in 2020 only every sixth cubic meter of water requiring treatment was treated up to the standards. It is shown that the amount of major pollutants discharged with wastewater during 1995–2020 decreased dramatically. Within the Don River basin as a whole, the discharge of petroleum products decreased by a factor of 6.6; copper, iron, and sulfates decreased by a factor of 4–4.5; biochemical oxygen demand decreased by a factor of 2.8, and the mass of dry residue by a factor of 3.1. At the same time there was a significant increase in the discharge of two substances: nitrates (by a factor of 2.8), and ammonium nitrogen (by a factor of 1.5). The water quality along the stem stream of the Don River both improved and deteriorated. During 2010–2020 the water quality in almost the entire upper and middle Don improved: the quality classes and ranks did not always change, but the value of the specific combinatorial index of water pollution decreased. In the lower reaches of the Don River, the water quality deteriorated. In the Voronezh River basin, the discharge of iron and copper with wastewater decreased by a factor of 8.8 and 4.7; the discharge of organic substances, oil products, sulfates and chlorides decreased by a factor of 3–3.2, and the discharge of dry residue and ammonia nitrogen by a factor of 2–2.3. However, the water quality in the outlet section of the Voronezh reservoir was deteriorating for most of the*

*ingredients. A similar situation was observed in the Severskii Donets River basin. Despite the reduction of the controlled mass of discharged pollutants, there were no improvement of surface water quality in both the stem stream of the Don River and the basins of its large tributaries. This indicates an increase of pollution coming from diffuse sources and bottom sediments.*

**Keywords:** wastewater structure, specific combinatorial index of water pollution, tributaries of the Don River, pollution sources, monitoring of water bodies, treatment facilities.

## ВВЕДЕНИЕ

Бассейн р. Дон — один из важнейших в экономическом отношении регионов России, плотность населения которого в 4,5 раза превышает среднероссийский показатель [1]. На 01.01.2022 площадь водосбора российской части бассейна р. Дон равна 368,5 тыс. км<sup>2</sup>, на ней полностью или частично расположены 15 субъектов Российской Федерации. Благоприятные транспортно-географическое положение, природные и демографические условия обусловили большие потенциальные возможности для социально-экономического прогресса региона. Однако его дальнейшее поступательное развитие тормозит нарастающий дефицит водных ресурсов надлежащего качества.

В бассейне Дона значительная часть населения, особенно проживающего в среднем и нижнем течении реки, потребляет воду для своих нужд из поверхностных источников. Ее плохое качество требует значительных затрат на соответствующую водоподготовку. Качеству воды могут угрожать инфекционные и паразитарные агенты, токсические химические вещества и прочие опасности. По данным доклада ООН [2], более 2 млрд человек во всем мире не имеют постоянного доступа к чистой питьевой воде. В связи с этим исследование изменения объема и состава сбрасываемых сточных вод, содержащихся в них загрязняющих веществ и их влияние на качество воды в бассейне р. Дон, особенно в длительной динамике, представляется актуальной задачей.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве исходных материалов для анализа изменения объемов отводимых в поверхностные водные объекты бассейна р. Дон загрязненных вод, а также сброса загрязняющих веществ в составе сточных вод использовались данные государственной статистической отчетности (форма 2-ТП (водхоз)) за период 1995–2020 гг., опубликованные в статистических сборниках [3, 4] и содержащиеся в материалах автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов Российской Федерации [5]. Анализ динамики качества поверхностных вод выполнен на основе данных гидрохимической сети Росгидромета [6, 7], Схемы комплексного использования и охраны водных объектов бассейна р. Дон [8], Докладов о состоянии и об охране окружающей среды по субъектам РФ [9–17] и по Российской Федерации в целом [18, 19], а также научных публикаций [20, 21].

В соответствии с поставленными задачами исследование проведено на основе системного подхода с использованием следующих методов: аналитического (сбор и систематизация первичной информации по объемам отводимых сточных вод, сбросам загрязняющих веществ); специальных (на основе собранных материалов были составлены таблицы, построены диаграммы и карты); статистической обработки данных и сравнительного анализа.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате трансформации социально-экономических условий в бассейне р. Дон произошло сокращение водопотребления в жилищно-коммунальном и сельском хозяйстве, а также промышленности. Забор пресной воды из водных объектов бассейна р. Дон с 1995 по 2020 г. сократился в 1,7 раза — с 8,89 до 5,63 км<sup>3</sup> [3–5]. Соответственно, сброс сточных, шахтно-рудничных и коллекторно-дренажных вод в поверхностные водные объекты в целом по бассейну р. Дон за 25 лет также значительно сократился — с 4,40 до 2,38 км<sup>3</sup> (46 %).

Наблюдалось поступательное снижение доли загрязненных сточных вод в общем объеме отводимых сточных вод — с 30,4 % в 1995 г. до 21,8 % в 2020 г. При этом большая часть загрязненных сточных вод сбрасывалась в водоприемники недостаточно очищенными. Так, в 2020 г. из общего количества воды, относимой к категории загрязненной, 40,2 млн м<sup>3</sup> сбрасывалось без очистки, а 477,3 млн м<sup>3</sup> — недостаточно очищенной. Объем нормативно очищенных сточных вод на сооружениях очистки за этот период также сократился — с 221,5 до 106,6 млн м<sup>3</sup>, или в 2,1 раза. Однако доля

Таблица 1

**Объем сброшенных сточных, шахтно-рудничных, карьерных и коллекторно-дренажных вод в бассейне р. Дон, млн м<sup>3</sup>**

Год	Объем сброшенных сточных, шахтно-рудничных, карьерных и коллекторно-дренажных вод в бассейне р. Дон, млн м <sup>3</sup>					Доля загрязненной воды в общем объеме сброшенной, %	Доля нормативно очищенной воды в объеме сточных вод, требующих очистки %
	всего	всего загрязненных	в том числе без очистки	нормативно чистых	нормативно очищенных на сооружениях очистки		
1995	4401,3	1337,9	547,8	2841,9	221,46	30,4	14,2
1996	5606,2	1369,2	623,1	4000,9	236,12	24,4	14,7
1997	4927,7	1160,9	434,2	3536,5	230,33	23,6	16,6
1998	3688,4	1135,1	457,1	2325,4	227,92	30,8	16,7
1999	4552,8	1142,6	470,7	3200,9	209,30	25,1	15,5
2000	4482,4	814,52	120,15	3465,1	202,80	18,2	19,9
2001	3390,9	740,49	121,07	2407,9	242,49	21,8	24,7
2002	4098,4	860,60	235,25	3029,2	208,59	21,0	19,5
2003	3821,3	763,05	154,08	2852,3	205,26	20,0	21,2
2004	3502,2	719,31	109,18	2604,1	179,11	20,5	19,9
2005	3499,8	687,95	82,66	2647,5	164,35	19,7	19,3
2006	3652,7	650,42	89,12	2839,6	162,66	17,8	20,0
2007	3682,2	663,89	89,95	2869,4	148,83	18,0	18,3
2008	3825,3	636,08	90,58	3028,9	160,25	16,6	20,1
2009	3344,2	628,81	77,50	3610,3	105,07	18,8	14,3
2010	3569,1	675,00	99,04	2826,0	88,83	18,9	11,6
2011	3382,3	616,62	72,45	2702,2	63,53	18,2	9,3
2012	3298,4	633,88	79,94	2601,8	62,73	19,2	9,0
2013	3012,4	608,37	76,92	2343,2	60,88	20,2	9,1
2014	3162,5	600,94	75,06	2513,3	48,18	19,0	7,4
2015	3061,0	549,19	66,95	2461,9	49,83	17,9	8,3
2016	3271,9	590,15	59,15	2622,9	59,04	18,0	9,1
2017	3449,7	557,08	46,55	2821,3	71,41	16,1	11,4
2018	3206,7	535,77	46,46	2596,8	74,04	16,7	12,1
2019	2614,0	538,29	32,67	1989,1	86,63	20,6	13,9
2020	2376,2	517,39	40,12	1752,2	106,6	21,8	17,1

нормативно очищенной воды в общем объеме сточных вод, требующих очистки, за 25 лет в бассейне Дона немного увеличилась — с 14,2 до 17,1 %. Итак, до нормативов в 2020 г. очищался только каждый шестой кубометр воды, требующей очистки. Доля нормативно очищенной воды прошла четыре цикла изменения: увеличение с 1995 по 2000 г. (с 14,2 до 24,7 %), плавное снижение с 2001 по 2008 г. (с 24,7 до 20,1 %), значительное снижение с 2008 по 2014 г. (с 20,1 до 7,4 %) и новый поступательный рост до 17,1 % в 2020 г. (табл. 1).

При анализе динамики сброса сточных вод в поверхностные водные объекты видна неравномерность его изменения по различным притокам р. Дон. В бассейне р. Воронеж за 1995–2020 гг. общий сброс сточных вод сократился в 3,1 раза (с 0,35 до 0,11 км<sup>3</sup>), в бассейне р. Маныч — в 2 раза (с 1,7 до 0,8 км<sup>3</sup>), в бассейне р. Северский Донец — в 1,7 раза (с 0,25 до 0,15 км<sup>3</sup>). Очевидно, что сброс загрязненных сточных вод также заметно сократился. Однако на притоках Дона, расположенных в регионах с развитой промышленностью, наблюдается неблагоприятное соотношение загрязненных и нормативно-чистых вод. Так, в бассейне р. Воронеж удельный вес загрязненных сточных вод за период с 1995 по 2019 гг. вырос с 64,5 до 78 %, а в бассейне р. Северский Донец — с 31,6 до 52,7 %.

В бассейне р. Маныч основной объем отводимых вод приходится на объекты энергетики, которые сбрасывают в водные объекты нормативно-чистые воды после охлаждения энергоблоков. Кроме того, в результате снижения объемов орошения за исследуемый период резко сократился сброс коллекторно-дренажных вод. В результате низкая доля загрязненной воды в бассейне р. Маныч в 1995 г. (12,9 %) к 2020 г. опустилась до 7 %.

Анализ динамики сбросов загрязняющих веществ (ЗВ) представляет большой интерес в связи со снижением объемов отводимых сточных вод и изменением их структуры. По большинству ЗВ в бассейне р. Дон отмечается существенное снижение их сброса в водные объекты в 2020 г. по сравнению с 1995 г. [3–5]. Самое значительное снижение сбросов произошло по нефтепродуктам — в 6,6 раза (рис. 1). При этом периодически (раз в несколько лет) наблюдается рост сбросов нефтепродуктов в результате аварийных ситуаций.

Существенно снизился сброс меди, железа, сульфатов — в 4–4,5 раза. Биохимическое потребление кислорода (БПК), представляющее собой один из важнейших критериев уровня загрязнения водоема органическими веществами, сократилось в бассейне р. Дон за этот период в 2,8 раза, а масса сухого остатка — в 3,1 раза. Сброс хлоридов и свинца снизился соответственно в 2,4 и 1,8 раза. Объем сброса нитритов и фенола за этот длительный период сократился незначительно. В то же время по двум веществам наблюдался существенный рост сбросов — нитратам в 2,8 раза, азоту аммонийному в 1,5 раза (см. рис. 1).

В связи с этим представляет интерес комплексная оценка качества вод бассейна р. Дон [6, 8, 20, 21]. Описание классификации степени загрязненности воды приведено в соответствии с [6], где данная классификация рассматривается как условное разделение всего диапазона состава и свойств природной воды в условиях антропогенного воздействия на различные интервалы с постепенным переходом от «условно чистой» до «экстремально грязной» по величинам комбинаторного индекса загрязненности воды с учетом ряда дополнительных факторов. Удельная величина комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) представляет комплексный относительный показатель степени загрязненности поверхностных вод, условно оценивающий долю загрязняющего эффекта, вносимого в общую степень загрязненности воды, которая обусловлена одновременным присутствием ряда загрязняющих веществ (учитываются концентрации 15–16 химических показателей). УКИЗВ является осредненной оценкой качества воды и рекомендуется для сравнения степени загрязненности воды

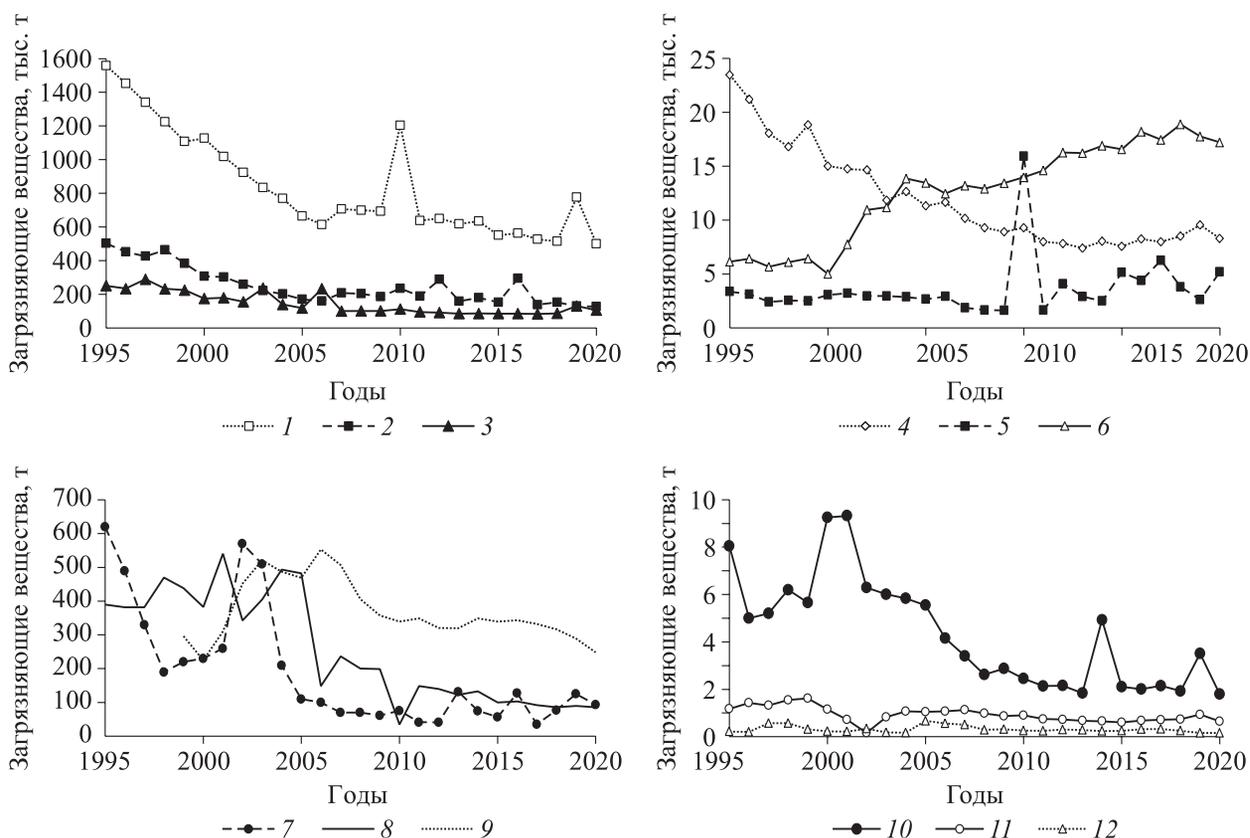


Рис. 1. Динамика сброса загрязняющих веществ в составе сточных вод в бассейне р. Дон.

Загрязняющие вещества: 1 — сухой остаток; 2 — сульфаты; 3 — хлориды; 4 — БПК<sub>полн</sub>; 5 — азот аммонийный; 6 — нитраты; 7 — нефтепродукты; 8 — железо; 9 — нитриты; 10 — медь; 11 — свинец; 12 — фенол.

во времени и по длине водных объектов по совокупности загрязняющих веществ [7]. УКИЗВ может варьировать в водах различной степени загрязненности от 1 до 16, большему его значению соответствует худшее качество воды.

Помимо сточных вод предприятий источниками загрязнения поверхностных вод являются льяльные воды судов речного флота, смыв почвы, минеральных удобрений, органических веществ с сельскохозяйственных и животноводческих ферм, расположенных по берегам рек бассейна Дона, ливневой поверхностный сток с урбанизированных территорий и промплощадок.

До 2000 г. вода р. Дон по степени загрязненности находилась в переходном состоянии от «очень загрязненной» (3б) до «грязной» (4б) на всех исследуемых участках. С 2001 по 2008 г. вниз по течению р. Дон от створа на границе Тульской и Липецкой областей до Цимлянского водохранилища воды относились преимущественно к классу «слабозагрязненные» или «загрязненные» (3а), лишь в створах ниже городов Воронежа, Лиски и Калач-на-Дону качество воды ухудшалось до уровня «грязная» (4а). Характерными ЗВ были аммоний-ион, нитриты, соединения железа, меди, марганец, органические вещества по БПК<sub>5</sub> и ХПК, магний и сульфаты. Содержание алюминия превышало ПДК выше и ниже впадения р. Северский Донец и р. Сал. Свинец в концентрациях более ПДК наблюдался ниже Воронежа и Лиски [8, 18, 19]. В пределах участка «Цимлянское водохранилище – устье» качество воды р. Дон было заметно худшим и в большинстве створов наблюдений превышало уровень «загрязненная». Среди ЗВ преобладали марганец, медь, нефтепродукты, соединения железа, органические вещества (по БПК<sub>5</sub> и ХПК). Также в створе ниже г. Азова обнаруживались фосфорорганические пестициды.

За период 2008–2013 гг. в верхнем и среднем течении р. Дон в основном преобладали воды 3 класса качества, а в нижнем — 4 класса. Характерными ЗВ р. Дон за исследуемый период были соединения марганца, органические вещества (по БПК<sub>5</sub> и ХПК), азот нитритный и аммонийный, нефтепродукты, соединения железа, магния, фенолы, медь, сульфаты, хлориды и фосфаты. Следует отметить, что к характерным ЗВ были отнесены те, у которых повторяемость концентраций, превышающих ПДК, составляла более 50 % [8, 18, 19].

За период 2013–2020 гг. в поверхностных водах бассейна р. Дон по-прежнему преобладали воды 3 класса качества («загрязненные» и «очень загрязненные») в верхнем и среднем течении и 4 класса («грязные») — в нижнем течении. Перечень характерных ЗВ в основном остался прежним. Наблюдалось повышенное содержание фосфатов и фенолов.

Можно заключить, что за исследуемый период качество воды по стволу р. Дон изменялось как в сторону улучшения, так и в сторону ухудшения. Следует отметить, что за период 2010–2020 гг. практически на всем верхнем и среднем Дону наблюдалось улучшение качества вод: классы качества и разряды не всегда изменялись, но при этом значение УКИЗВ уменьшалось (рис. 2). В низовьях Дона качество воды ухудшалось. Изменение величин УКИЗВ за год может быть весьма существенным, в связи с чем при сравнении граничных лет для более достоверной картины авторами было принято решение осреднить значения показателя за два ближайших года — 2010–2011 и 2019–2020.

Значительный интерес представляет изменение массы сбрасываемых ЗВ и качества воды в основных притоках р. Дон. В бассейне р. Воронеж максимальное сокращение сброса в составе сточных вод произошло по таким ЗВ, как железо и медь — в 8,8 и 4,7 раза соответственно (рис. 3).

Сброс органических веществ, нефтепродуктов, сульфатов и хлоридов снизился в 3–3,2 раза, сухого остатка и азота аммонийного — в 2–2,3 раза. Объем сброса фенолов и свинца за длительный период практически не изменился, хотя в середине исследуемого периода в отдельные годы сброс фенолов увеличивался от 3 до 6 раз (см. рис. 3). В то же время отмечается существенный рост сброса нитритов (в 2,1 раза) и, особенно, нитратов — в 5,5 раза.

Несмотря на такое значительное снижение поступления массы загрязняющих веществ в составе сточных вод, качество воды в р. Воронеж и замыкающем створе Воронежского водохранилища по большинству ингредиентов ухудшается. Воронежское водохранилище — один из наиболее загрязненных участков водных объектов, исследуемых на территории области [13, 14]. Оно испытывает сильную техногенную нагрузку. В водохранилище осуществляется сброс не до конца очищенных промышленно-бытовых стоков с городских очистных сооружений левобережной части города, очистных сооружений ЗАО «Воронежский шинный завод», ОАО «Электроприбор» и др.

На рис. 4 представлены величины среднегодовых концентраций основных загрязняющих веществ, выраженные в единицах ПДК, содержащиеся в воде водохранилища (1-й контрольный створ — 2,5 км ниже г. Воронежа, 1,2 км ниже пос. Песчанка).

Так, среднегодовая концентрация легкоокисляемых веществ (БПК<sub>5</sub>) выросла за 2010–2020 гг. с 1,5 до 2 ПДК, а трудноокисляемых (ХПК) — с 2 до 2,5 ПДК. Среднегодовая концентрация нефте-

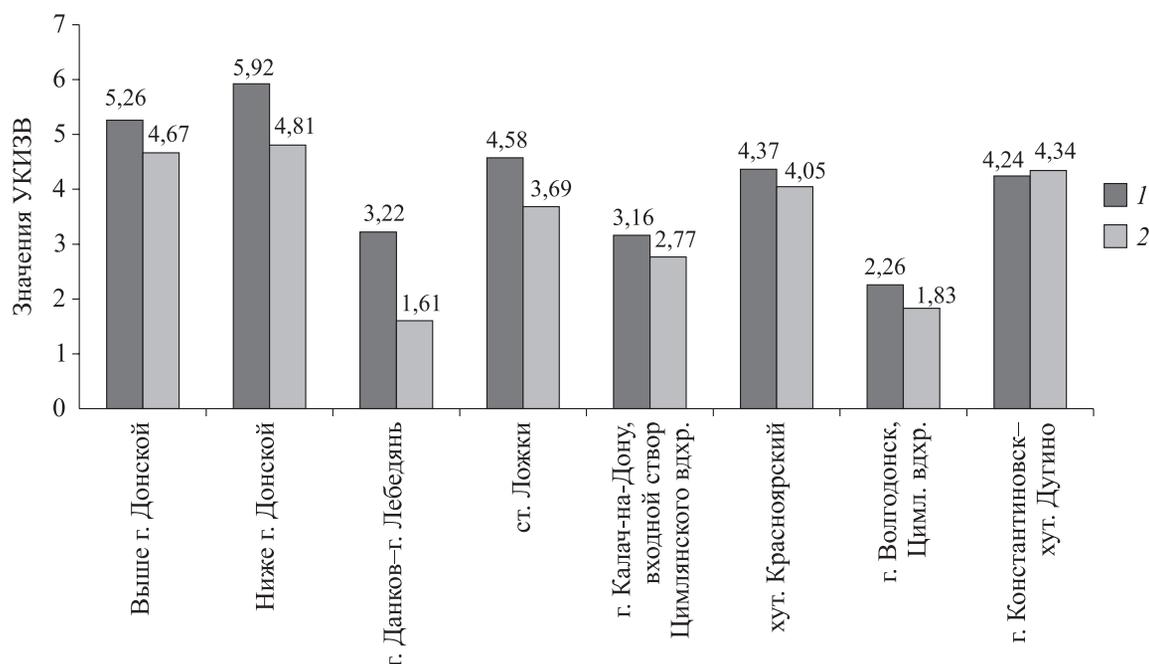


Рис. 2. Усредненные значения УКИЗВ за 2010–2011 (1) и 2019–2020 гг. (2) по стволу р. Дон, по данным [6, 9–12, 15–17].

продуктов увеличилась с 1,6 до 2,4 ПДК, соединений меди — с 4–5 до 6 ПДК. Данные за более короткий период (2012–2013 гг.) показывают, что концентрация нитритного азота выросла с 1 до 3,5 ПДК, концентрация СПАВ находится на стабильном уровне (~1,3 ПДК). Лишь по фосфатам наблюдается снижение концентрации — с 2–2,5 до 1,5 ПДК.

Крупнейший приток р. Дон — р. Северский Донец. Вещества, загрязняющие водные объекты бассейна, поступали в основном от предприятий ЖКХ, металлургической, пищевой отраслей промышленности, а также сельского хозяйства и с поверхностным стоком. Максимальное сокращение сброса в составе сточных вод произошло по таким ЗВ, как соединения меди (17,5 раза), нефтепродукты и свинец (~7 раз) (табл. 2). Сброс большинства ЗВ сократился в 2–3 раза, а аммонийного азота остался на прежнем уровне. Лишь масса сброса нитратов существенно увеличилась — в 4,6 раза.

Несмотря на такое значительное снижение поступления массы загрязняющих веществ в составе сточных вод, качество воды в р. Северский Донец не улучшилось. По данным гидрохимической сети наблюдений Росгидромета за 2001–2008 гг., в верховье у с. Беломестное вода характеризовалась 3 классом разряда «а» («загрязненная»). Качество воды Белгородского водохранилища ниже г. Белгорода характеризовалось в основном как «грязная». Основными источниками загрязнения воды были сточные воды предприятий г. Белгорода. На территории Ростовской области (ниже г. Каменска-Шахтинского; в районе г. Белой Калитвы и в устье) вода также относилась к 4 классу. В воде всех пунктов на р. Северский Донец критический уровень загрязненности достигался по сульфатам и нитритному азоту [18, 19].

Таблица 2

Динамика сброса загрязняющих веществ в бассейне р. Северский Донец (на 01.01.2022)

Год	Сухой остаток, тыс. т	Сульфаты, тыс. т	Хлориды, тыс. т	БПК полный, тыс. т	Азот аммонийный, тыс. т	Нитраты, тыс. т	Нефтепродукты, т	Железо, т	Нитриты, т	Медь, т	Свинец, т	Фенол, т
1995	245,56	80,24	36,02	3,480	0,797	0,460	40,00	59,07	45,16	0,560	0,030	0,0001
2000	172,69	53,29	24,04	1,400	0,516	0,444	20,00	53,60	45,17	0,110	0,030	0,000
2005	160,39	51,28	21,80	1,540	0,341	0,937	10,00	27,05	61,46	0,150	0,030	0,010
2010	156,61	49,36	19,90	1,194	0,241	3,432	15,54	31,09	87,8	0,079	0,091	0,013
2015	112,42	32,13	13,30	1,588	3,064	2,422	21,17	24,12	47,39	0,191	0,004	0,085
2020	128,71	26,71	16,26	1,825	0,845	2,125	5,55	22,39	26,01	0,032	0,004	0,000

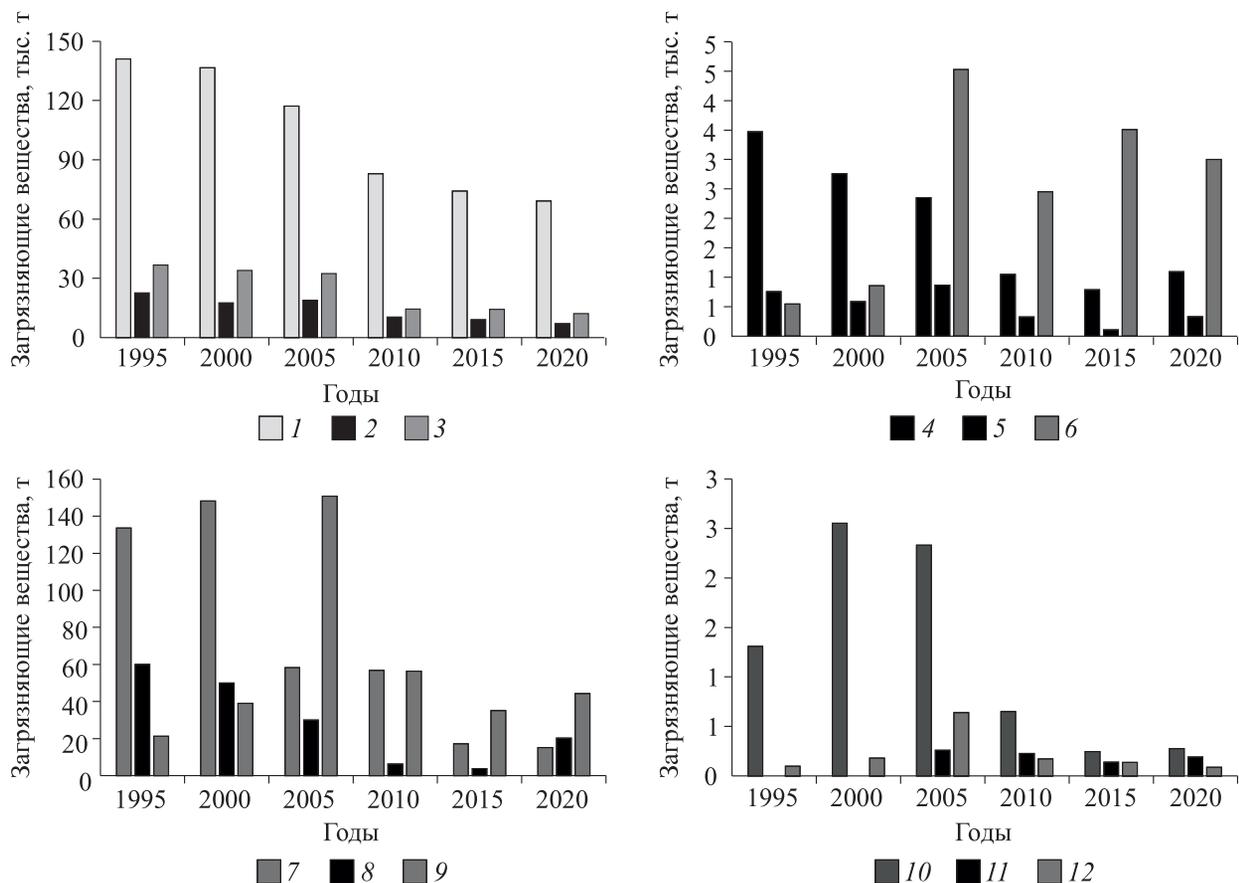


Рис. 3. Динамика сброса загрязняющих веществ в составе сточных вод в бассейне р. Воронеж.

Загрязняющие вещества: 1 — сухой остаток; 2 — сульфаты; 3 — хлориды; 4 — BPK<sub>полн</sub>; 5 — азот аммонийный; 6 — нитраты; 7 — нефтепродукты; 8 — железо; 9 — нитриты; 10 — медь; 11 — свинец; 12 — фенол.

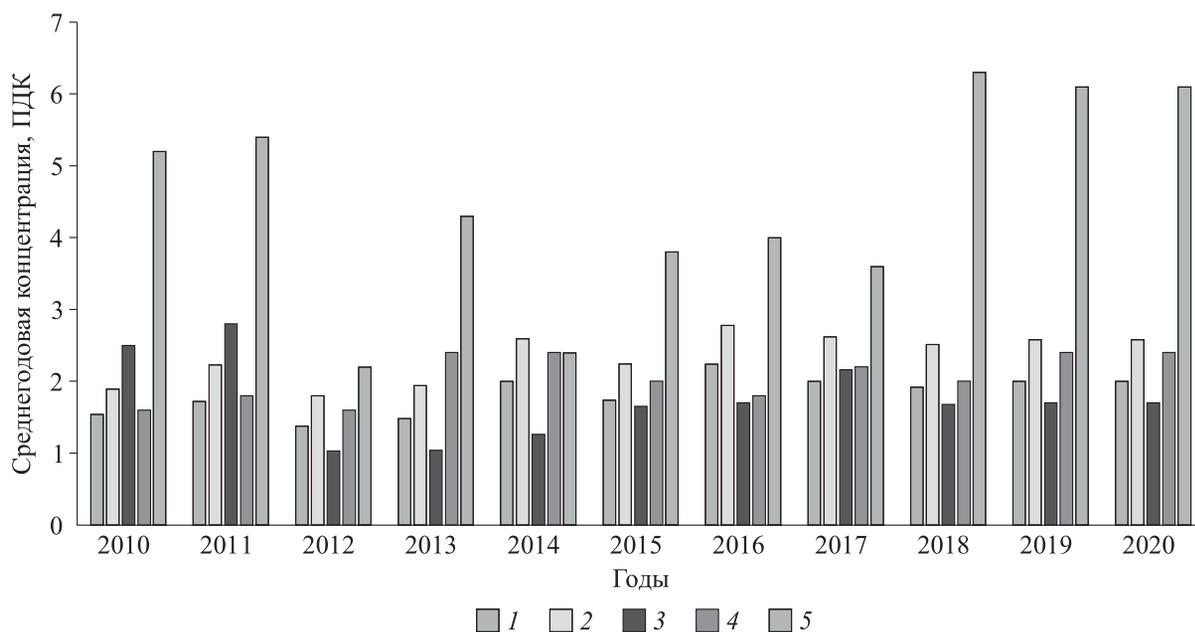


Рис. 4. Динамика среднегодовой концентрации загрязняющих веществ (величины ПДК) в Воронежском водохранилище.

Загрязняющие вещества: 1 — BPK<sub>5</sub>; 2 — ХПК; 3 — фосфаты; 4 — нефтепродукты; 5 — медь.

Качество воды р. Северский Донец в верховьях у с. Беломестное с 2008 по 2012 г. ухудшилось с класса 3а до класса 3б («очень загрязненная»). К характерным загрязняющим веществам Белгородского водохранилища относились нитритный азот, соединения марганца, легкоокисляемые (по БПК<sub>5</sub>) и трудноокисляемые (по ХПК) органические вещества, фосфаты. Наиболее загрязненной среди притоков верхнего течения была вода р. Оскол. Для участка «хут. Поповка — устье» характерны трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), сульфаты, к которым в большинстве створов добавлялись нитритный азот, соединения железа, нефтепродукты, в отдельных створах — соединения меди и магния. В 2015 г. для притоков нижнего течения р. Северский Донец были свойственны воды 5 класса («экстремально грязные»), в 2016 г. — воды класса 4б («очень грязные») [6].

В 2017–2020 гг. качество воды в бассейне существенно не изменилось и характеризовалось в основном водой 4 класса. Качество воды притоков р. Северский Донец варьировало в верхнем течении от 3а до 4а. Вода всех притоков нижнего течения в большинстве створов стабильно оценивалась как «грязная» (4а), за исключением р. Глубокой (4б).

Итак, несмотря на снижение контролируемой массы поступающих загрязняющих веществ, улучшения качества поверхностных вод как по стволу р. Дон, так и по бассейнам его крупных притоков, не наблюдается, что говорит о росте загрязнений, поступающих от диффузных источников и донных отложений.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Значительная часть населения, проживающего в бассейне реки Дон, потребляет воду для своих нужд из поверхностных источников, что приводит к риску возможных заболеваний и значительных издержек на предварительную водоподготовку. Поэтому исследование объема загрязняющих веществ в составе сбрасываемых сточных вод и их влияние на качество воды в бассейне р. Дон, особенно в длительной динамике, представляется актуальной задачей.

Несмотря на существенное снижение сброса загрязняющих веществ со сточными водами, далеко не во всех водных объектах отмечается улучшение качества поверхностных вод. Практическое значение исследования состоит в том, что можно рассчитать снижение суммы экологического ущерба от сокращения объемов сбрасываемых загрязняющих веществ в результате проведения комплекса водоохраных мероприятий.

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку сценариев будущего состояния рек бассейна р. Дон с учетом как возможных климатических изменений, так и хозяйственной деятельности, а также на оценку возможности более тесного сотрудничества региональных природоохранных органов.

*Работа выполнена в рамках темы № FMWZ-2022-0001 государственного задания Института водных проблем РАН.*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Демин А.П.** Водообеспечение населения и объектов экономики в бассейне реки Дон: современное состояние и проблемы // Водные ресурсы. — 2020. — Т. 47, № 6. — С. 767–778.
2. **Всемирный доклад** Организации Объединенных Наций о состоянии водных ресурсов, 2019. Не оставляя никого в стороне [Электронный ресурс]. — [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367303\\_rus](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367303_rus) (дата обращения 04.04.2021).
3. **Водные ресурсы** и водное хозяйство России в 2009 году. Стат. сб. / Под ред. Н.Г. Рыбальского, А.Д. Думнова. — М.: НИА-Природа, 2010. — 272 с.
4. **Водные ресурсы** и водное хозяйство России в 2018 году. Стат. сб. / Под ред. Н.Г. Рыбальского, В.А. Омеляненко. — М.: НИА-Природа, 2019. — 274 с.
5. **Сайт** автоматизированной информационной системы государственного мониторинга водных объектов [Электронный ресурс]. — <http://gmvo.skniivh.ru/-index.php?id=505> (дата обращения 05.10.2021).
6. **Качество** поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник. 2010. — Ростов-на-Дону: Изд-во Гидрохим. ин-та, 2011. — 572 с.; 2012. — 553 с.; 2013. — 555 с.; 2014. — 568 с.; 2015. — 530 с.; 2016. — 552 с.; 2017. — 556 с.; 2018. — 555 с.; 2019. — 561 с.; 2020. — 578 с.; 2021. — 618 с.
7. **РД 52.24.643-2002.** Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. — Ростов-на-Дону: Изд-во Гидрохим. ин-та Росгидромета, 2002. — 55 с.

8. **Схема** комплексного использования и охраны водных объектов бассейна р. Дон. Кн. 2, утв. 8 апреля 2014 г. [Электронный ресурс]. — [http://www.donbv.ru/activities/use\\_and\\_protection\\_don/](http://www.donbv.ru/activities/use_and_protection_don/) (дата обращения 29.03.2022).
9. **Доклад** «О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2010 году» / Под ред. О.В. Горелова. — Волгоград: «СМОТРИ», 2011. — 352 с.
10. **Доклад** «О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2011 году» / Под ред. П.В. Вергун. — Волгоград: «СМОТРИ», 2012. — 352 с.
11. **Доклад** «О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2019 году» / Под ред. В.Е. Сазонова. — Волгоград: «ТЕМПORA», 2020. — 300 с.
12. **Доклад** «О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2020 году» / По ред. Е.П. Православно-вой. — Ижевск: ООО «Принт», 2021. — 300 с.
13. **Доклад** о состоянии окружающей среды на территории Воронежской области в 2011 году / Под общ. ред. Н.В. Стороженко. — Воронеж: Упр. по экологии и природопольз. Воронежской области, 2012. — 129 с.
14. **Доклад** о состоянии окружающей среды на территории Воронежской области в 2020 году. — Воронеж: Департамент природ. ресурсов и экологии Воронежской области, 2021. — 199 с.
15. **Экологический** вестник Дона «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2011 году». — Ростов-на-Дону: Мин. природ. ресурсов и экологии Ростовской области, 2012. — 360 с.
16. **Экологический** вестник Дона «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2019 году». — Ростов-на-Дону: Мин. природ. ресурсов и экологии Ростовской области, 2020. — 374 с.
17. **Экологический** вестник Дона «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2020 году». — Ростов-на-Дону: Мин. природ. ресурсов и экологии Ростовской области, 2021. — 378 с.
18. **Государственный доклад** «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2003 году» [Электронный ресурс]. — [https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye\\_doklady/](https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/) (дата обращения 02.11.2021).
19. **Государственный доклад** «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2009 году» [Электронный ресурс]. — [https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye\\_doklady/](https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/) (дата обращения. 10.11.2021).
20. **Джамалов Р.Г., Киреева М.Б., Косолапов А.Е., Фролова Н.Л.** Водные ресурсы бассейна Дона и их экологическое состояние. — М.: ГЕОС, 2017. — 205 с.
21. **Никаноров А.М., Хоружая Т.А.** Качество воды в водных объектах юга России со стабильно высоким уровнем химического загрязнения // География и природ. ресурсы. — 2012. — № 2. — С. 40–45.

*Поступила в редакцию 25.05.2022*

*После доработки 12.08.2022*

*Принята к публикации 28.12.2022*