

Сброс загрязняющих веществ со сточными водами в Европейской части страны и его последствия для качества водных ресурсов

К. В. Лукьянов✉, Н. И. Коронкевич

Институт географии Российской Академии Наук, Российская Федерация
(119017, г. Москва, Старомонетный переулок, 29, стр. 4)

Аннотация. Целью статьи является комплексный анализ состава и объемов загрязняющих веществ (ЗВ), поступающих в водные объекты со сточными водами в федеральных округах и ряде крупных речных бассейнов (Невы, Северной Двины, Волги, Оки, Камы, Дона, Кубани) Европейской части России (ЕЧС) в 2015-2020 гг. и сопоставление сброса ЗВ с фактическим содержанием их в речных водах.

Материалы и методы. Исходными материалами послужили данные о годовом сбросе ЗВ по субъектам и федеральным округам в составе ЕЧС и сведения об их средней годовой концентрации в речных водах, содержащиеся в статистических справочниках. Рассматривается содержание БПК полного (показателя органических веществ), нефтепродуктов, сухого остатка (минерализации), железа, нитрат-аниона, меди. Применен метод географо-гидрологического сопоставления.

Результаты и обсуждение. Показано, что федеральные округа существенно различаются между собой как по величине общего сброса отдельных ЗВ, сбрасываемых со сточными водами, так и приходящегося на одного жителя, км² площади и км³ местного речного стока. Не выявлено какой-то общей явно выраженной тенденции в величине сброса ЗВ в 2015-2020 гг. Вместе с тем выявляется превышение ПДК в большинстве замыкающих створов рассматриваемых речных бассейнов и значительное превышение фактического годового выноса ЗВ, в том числе сверхнормативного, по сравнению с годовым сбросом со сточными водами.

Выводы. Значительное превышение фактического годового выноса ЗВ в замыкающих створах речных бассейнов над сбросом их со сточными водами свидетельствует о преобладающем вкладе в загрязнение рассматриваемых водных объектов других источников, прежде всего диффузного стока с водосборов.

Ключевые слова: сточные воды, загрязнение водных объектов, БПК полное, нефтепродукты, сухой остаток, железо, нитрат-анион, медь, концентрация, превышение ПДК, соотношение сброса и фактического содержания.

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

Для цитирования: Лукьянов К. В., Коронкевич Н. И. Сброс загрязняющих веществ со сточными водами в Европейской части страны и его последствия для качества водных ресурсов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология, 2025, № 3, с. 93-101. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2025/3/93-101>

ВВЕДЕНИЕ

Пока еще сброс сточных вод в реки и водоёмы – основной путь избавления населения и хозяйства от загрязнений, образующихся при использовании воды практически во всём мире, в том числе в России и ее европейской части в надежде на самоочищающую способность водных объектов. Но эта способность ограничена у многих из них из-за ограниченности водных ресурсов, чрезмерного нередко количества поступающих со сточными водами загрязняющих веществ (ЗВ). Ведь даже применяющиеся современные методы очистки не устраняют их полностью, к тому же загрязнения поступают не только со сточными водами, но и с диффузным стоком с водосборов и атмосферными выпадениями непосредственно на поверхность водных объектов. В результате многие реки и водоёмы оказываются загрязнёнными. Таким образом, сброс загрязнённых веществ со

сточными водами в водные объекты остается одним из ключевых экологических вызовов современности, требующих всестороннего изучения. Это весьма актуально для Европейской части страны (ЕЧС), где сосредоточена большая часть населения, промышленного и сельскохозяйственного потенциала Российской Федерации, а водные объекты испытывают значительную антропогенную нагрузку. Многие аспекты влияния сточных вод на них уже освещены в научной литературе [1, 6, 10, 14] и справочных изданиях [3, 4], в том числе в ежегодниках Водного кадастра [2], ежегодных справочниках «Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации» [11], в работах [5, 8, 9, 12, 13]. В предыдущей совместной работе авторов [9] общее количество сточных вод в Европейской части страны в 1992 г. было определено в размере 46,85 км³, а в 2020 г. – 25,7 км³, в том числе загрязнённых соответственно

© Лукьянов К. В., Коронкевич Н. И., 2025

✉ Лукьянов Кирилл Валерьевич, e-mail: kirill.lukyanov.96@mail.ru



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

16,05 и 7,1 км³. Около 90 % как всех сточных вод, так и загрязнённых в оба сравниваемых периода приходились на бассейны Каспийского и Азовского морей, причем на долю бассейна Каспия более 60 % всех сточных вод и свыше 70 % загрязнённых.

Тем не менее, остаётся недостаточно изученным целый ряд важных вопросов. В частности, требует более детального анализа общий состав загрязняющих веществ, поступающих в реки и водоёмы. Недостаточно исследован вклад отдельных административных регионов и речных бассейнов в общий объём загрязнений. Также актуальным является вопрос о количественных показателях загрязнения, таких как удельное количество загрязняющих веществ, приходящееся на одного жителя, единицу площади, единицу объёма водных ресурсов. Особый интерес представляет сопоставление этих показателей с фактическим содержанием загрязняющих веществ в воде, а также объяснение расхождений между объёмами сбрасываемых веществ и их реальной концентрацией в водных объектах.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве основных операционных территориальных единиц использованы федеральные округа, субъекты РФ и речные бассейны. Анализируемые показатели – ресурсы речного стока, объём (масса) и концентрация загрязняющих веществ, величина ряда из них, приходящаяся на одного жителя, единицу площади рассматриваемых территорий и их водных ресурсов (местного речного стока), приуроченные главным образом к периоду 2015-2020 гг. В качестве конкретных загрязняющих веществ взяты БПК полное (показатель содержания органических веществ), нефтепродукты, сухой остаток

(минерализация), железо, нитрат-анион и медь. Такая выборка обусловлена наличием открытых официальных данных в ежегодниках Водного кадастра. Необходимые гидрологические и гидрохимические данные получены из ежегодников Водного кадастра, а сведения о площадях, количестве населения федеральных округов и субъектов РФ из соответствующих статистических справочников. Общий алгоритм рассмотрения заявленной темы следующий. Вначале в статье анализируется общий сброс загрязняющих веществ со сточными водами по федеральным округам и ЕЧС в целом, удельные показатели этого сброса (на одного жителя, единицу площади и водных ресурсов), затем определяются концентрация ЗВ в замыкающих створах выбранных речных бассейнов по сравнению с ПДК на основании данных по субъектам РФ, расположенным в пределах этих бассейнов, и общая масса (содержание) выносимых со стоком за год загрязняющих веществ, получаемая умножением среднегодовой их концентрации и сверхнормативной концентрации (выше ПДК) на величину годового речного стока. В заключение работы сопоставляется сброс ЗВ с их содержанием в замыкающих створах. Таким образом методический подход к исследованию в данной статье сравнительный географо-гидрологический.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 1 представлены результаты расчета сброса со сточными водами, рассматриваемых загрязняющих веществ по федеральным округам (ЦФО – Центральный федеральный округ, СЗФО – Северо-Западный, ЮФО – Южный, СКФО – Северо-Кавказский, ПФО – Приволжский), практически полностью охватывающих ЕЧС в среднем за 2015-2020 гг.

Таблица 1

Масса загрязняющих веществ, сбрасываемых со сточными водами в среднем за 2015-2020 гг.

[Table 1. Weight of pollutants discharged with wastewater on average for 2015-2020]

Округ / District	БПК полное / BOD total		Нефтепродукты / Petrochemicals		Сухой остаток / Dry residue		Железо / Iron		Нитрат-анион / Nitrate-ion		Медь / Copper	
	т	%	т	%	тыс. т	%	т	%	т	%	т	%
ЦФО	23542	24,4	333	22,8	866	15,7	442	27,7	98319	36,9	6,9	34,5
СЗФО	25144	26,1	295	20,2	902	16,4	587	36,8	37335	14,0	4,5	22,4
ЮФО	14139	14,7	158	10,9	809	14,7	116	7,3	32014	12,0	1,6	8,1
СКФО	15046	15,6	355	24,4	244	4,4	52	3,3	7417	2,8	2,6	12,9
ПФО	18559	19,2	316	21,7	2695	48,8	397	24,9	91102	34,3	4,4	22,1
Всего	96430	100	1457	100	5516	100	1594	100	266187	100	20,0	100

Ситуация по отдельным годам показана на рисунках 1 и 2. Как видно, в составе сброса преобладает сухой остаток, далее следуют по объёму нитрат-анионы, БПК полное, железо, нефтепродукты, медь. Почти половина сброса сухого остатка приходится на Приволжский ФО. Наряду с ЦФО этот округ лидирует и по сбросу нитрат-анионов. По сбросу БПК полного ведущие позиции занимают СЗФО и ЦФО, по сбросу железа – СЗФО, меди – ЦФО.

Какой-то одной явно выраженной тенденции в величине сброса за рассматриваемый период не наблюдается

(см. рис. 1, 2). Так, по показателю БПК полного в Северо-Западном, Северо-Кавказском и Приволжском федеральных округах отмечается выраженная тенденция к снижению, тогда как в Центральном и Южном округах наблюдается даже некоторый рост сбросов. По нефтепродуктам ситуация неоднородная, за исключением Северо-Западного федерального округа, где фиксируется стабильное снижение объёмов сброса. Динамика по железу и нитрат-аниону, в целом, характеризуется еле заметным, но стабильным снижением. Рост объёма сбросов меди наблюдается в Южном федеральном округе, тогда как в

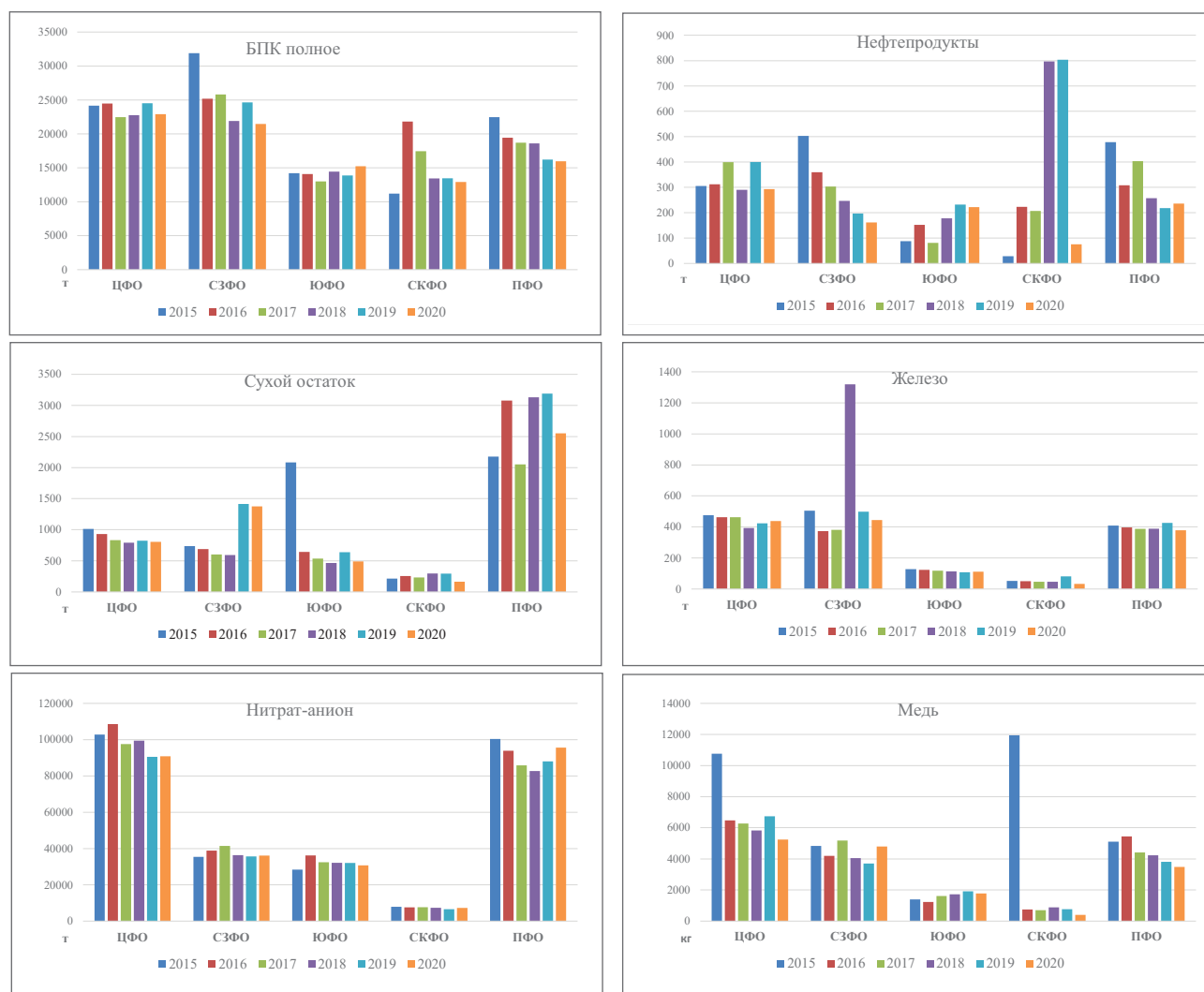


Рис. 1. Динамика сброса отдельных загрязняющих веществ по федеральным округам за 2015-2020 гг.
[Fig. 1. Dynamics of discharge of individual pollutants by federal districts for 2015-2020]

Северо-Западном округе динамика носит циклический характер с чередованием увеличения и уменьшения объёмов от года к году. В целом же для ЕЧС прослеживается следующая ситуация – выявляется тенденция снижения сброса БПК полного и меди. По остальным ингредиентам имеет место довольно неоднозначная картина.

Средняя за 2015-2020 гг. численность населения по федеральным округам в составе ЕЧС составила 108 млн человек. Больше всего из рассматриваемых загрязняющих веществ, сбрасываемых со сточными водами, приходилось на одного жителя на сухой остаток (51 кг), меньше всего на медь – 0,0002 кг (табл. 2).

Таблица 2

Масса загрязняющих веществ, сбрасываемые в водные объекты в среднем за 2015-2020 гг.,
приходящаяся на одного жителя, кг

[Table 2. Weight of pollutants discharged into water bodies on average for 2015-2020, per inhabitant, kg]

Округ / District	Численность населения, млн. чел / Population, M	БПК полное / BOD total	Нефтепродукты / Petrochemicals	Сухой остаток / Dry residue	Железо / Iron	Нитрат-анион / Nitrate-ion	Медь / Copper
ЦФО	39,2	0,6	0,01	22	0,01	3	0,0002
СЗФО	13,9	1,8	0,02	65	0,04	3	0,0003
ЮФО	15,6	0,9	0,01	52	0,01	2	0,0001
СКФО	9,8	1,5	0,04	25	0,01	1	0,0003
ПФО	29,5	0,6	0,01	91	0,01	3	0,0001
ЕЧС	108	0,9	0,01	51	0,01	2,5	0,0002

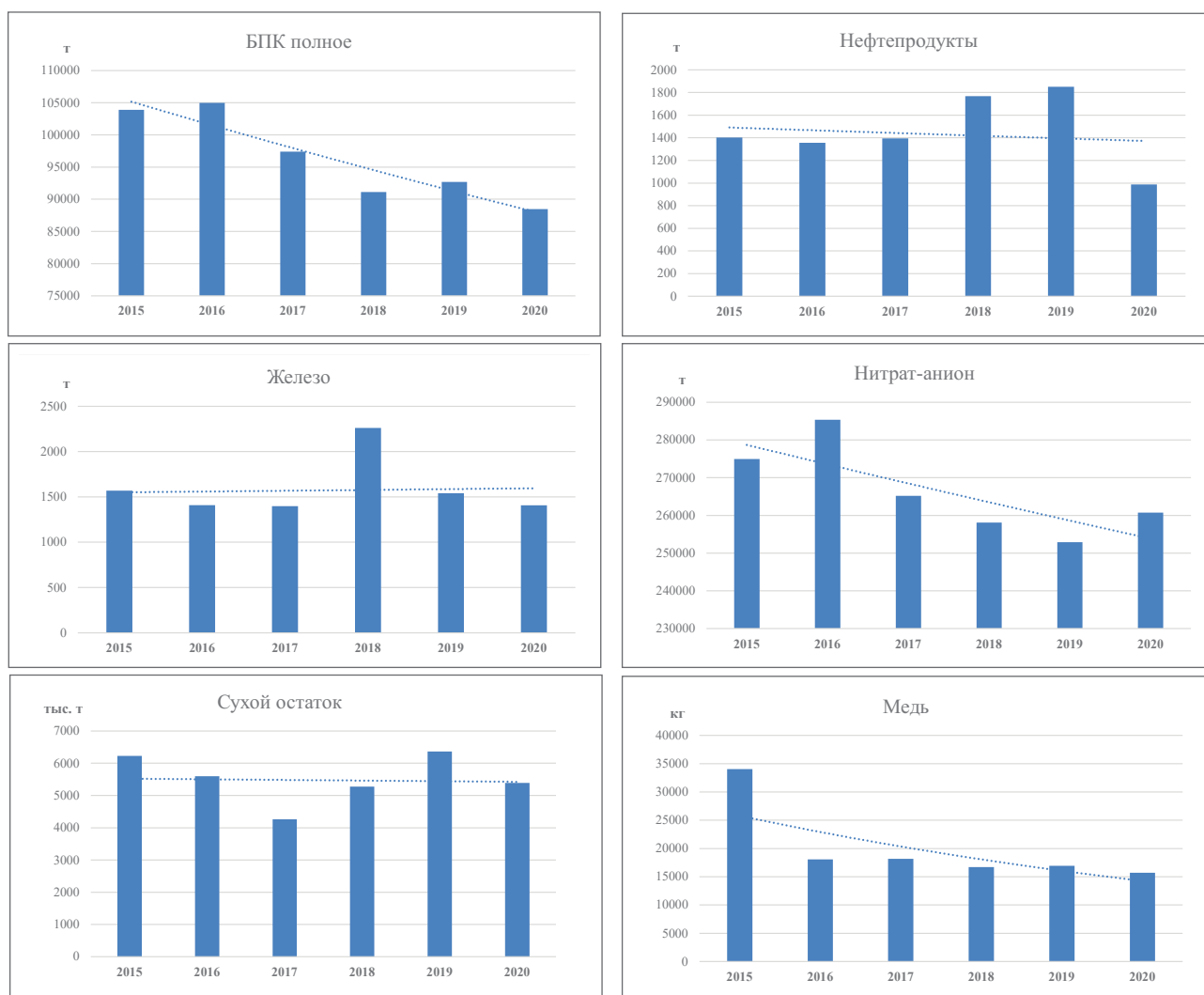


Рис. 2. Динамика сброса отдельных загрязняющих веществ на территории ЕЧС за 2015-2020 гг.
[Fig. 2. Dynamics of individual pollutants discharge in the European territory part for 2015-2020]

По величине БПК полного, железа лидирует СЗФО. Этот округ делит лидерство с ЦФО, по нитрат-аниону с ЦФО, ПФО, а по меди с СКФО. По нефтепродуктам больше всего на одного жителя сбрасывалось в СКФО (в 4 раза превышая среднюю величину по ЕЧС).

В расчете на единицу площади ситуация несколько иная (табл. 3). Лидирующие позиции по сбросу БПК полного, нефтепродуктов, меди занимает СКФО, по сухому остатку – ПФО, по железу – ЦФО, по нитрат-аниону – ЦФО.

Таблица 3

Масса загрязняющих веществ, сбрасываемых в водные объекты со сточными водами в среднем за 2015-2020 гг., приходящаяся на единицу площади, кг/км²

[Table 3. Weight of pollutants discharged into water bodies with wastewater on average for 2015-2020, per unit area, kg/km²]

Округ / District	БПК полное / BOD total	Нефтепродукты / Petrochemicals	Сухой остаток / Dry residue	Железо / Iron	Нитрат-анион / Nitrate-ion	Медь / Copper	БПК полное / BOD total
ЦФО	650	36,2	0,45	1332,3	0,68	151,3	0,0106
СЗФО	1680	15,0	0,18	536,9	0,35	22,2	0,0027
ЮФО	450	31,4	0,35	1797,8	0,26	71,1	0,0036
СКФО	170	88,5	2,09	1435,3	0,31	43,6	0,0151
ПФО	1035	17,9	0,31	2603,9	0,38	88,0	0,0043
ЕЧС	3985	24,2	0,4	1384,2	0,4	66,8	0,01

Таблица 4

Отношение массы сбрасываемых загрязняющих веществ в среднем за 2015-2020 гг. к величине местного стока
[Table 4. Ratio of the discharged pollutants weight on average for 2015-2020 to the value of local runoff]

Округ / District	Местный сток, км ³ /год / Local runoff, km ³ /year	БПК полное, т/км ³ / BOD total, t/km ³	Нефтепродукты, т/км ³ / Petrochemicals, t/km ³	Сухой остаток, тыс. т/км ³ / Dry residue, thousand t/km ³	Железо, т/км ³ / Iron, t/km ³	Нитрат-анион, т/км ³ / Nitrate-ion, t/km ³	Медь, кг/км ³ / Copper, kg/km ³
ЦФО	90	261,0	3,7	10	4,908	1090,0	76,3
СЗФО	602	41,76	0,4902	1,5	0,975	62,01	7,4
ЮФО	29	488,7	5,486	28,0	4,040	1106,5	55,6
СКФО	26	583,2	13,78	9,5	2,022	287,5	99,7
ПФО	191	97,27	1,661	14,1	2,085	477,5	23,1
ЕЧС	938	103	1,6	5,9	1,7	284	21,3

Особый интерес представляет величина сброса загрязняющих веществ со сточными водами, приходящаяся на единицу величины местного стока (табл. 4).

Наибольшая нагрузка на один км³ речного стока в виде БПК полного имела место в СКФО (почти в 6 раз превышая среднюю величину для ЕЧС), а также нефтепродуктов (превышение более 8 раз) и меди (почти в 5 раз). В числе лидеров по БПК также ЮФО. Этот округ

занимает первое место по величине сухого остатка, нитрат-аниона, второе место после ЦФО по железу. Важно отметить, что по всем загрязняющим веществам их содержание в сточных водах по отношению к величине местных водных ресурсов значительно ниже рыбохозяйственных ПДК (табл. 5). В этой таблице для удобства расчетов применительно к большим объемам воды приведены не только традиционные значения в мг/л, но и в т/км³.

Таблица 5

Показатели ПДК
[Table 5. LOC indicators]

Загрязняющие в-ва / Pollutants	мг/л / mg/l	т/км ³ / t/km ³
БПК полное / BOD total	3,0	3000
Нефтепродукты / Petrochemicals	0,05	50
Сухой остаток / Dry residue	1000	1000000
Железо / Iron	0,1	100
Нитрат-анион / Nitrate-ion	40	40000
Медь / Copper	0,001	1

Рассмотрим, как сброс загрязняющих веществ со сточными водами сказывается на качестве речных вод в замыкающих створах рек (табл. 6).

Сброс ЗВ в их бассейнах определен, как отмечено выше, по субъектам РФ, входящим в тот и иной речной бассейн. На выбранные бассейны приходится примерно 50 % годового речного стока ЕЧС, 70 % сброса БПК полного и меди, 64 % нефтепродуктов, 84 % железа. Средняя годовая концентрация ЗВ находилась по данным о соотношении фактического содержания с рыбохозяйственными ПДК (см. табл. 5), а годовой вынос (содержание в стоке за год) умножением среднегодовой концентрации, в том числе сверхнормативной, на годовой сток за период 2015-2020 годы. Рассчитана также доля сброса загрязняющих веществ в их годовом выносе. К сожалению, не по всем веществам удалось найти величину их средней годовой концентрации и соотношение с ПДК. Но и помещенный в таблице 6 материал приводит к весьма интересным выводам. Во-первых, о наличии во многих случаях загрязнения речных вод, о чем свидетельствует превышение ПДК, а во-вторых (и это главное), о значительном в целом превышении вы-

носа ЗВ по сравнению с величиной их сброса со сточными водами. И это несмотря на процессы самоочищения, захоронение ЗВ, содержащихся в сточных водах, в донных отложениях водохранилищ. Впрочем, это относится и к веществам, поступающим от других источников. Объяснение видится в существенно большем вкладе в загрязнение рек и водных объектов другими источниками – судоходством, атмосферными выпадками непосредственно на водную акваторию, а в основном диффузным выносом со стоком с водосборных территорий, что хорошо показано в коллективной монографии [7]. То есть, загрязнение рек и водоемов сточными водами наиболее ярко проявляется в местах их сброса, а в целом для крупных речных бассейнов на первый план выходят другие источники. Вместе с тем, возникает вопрос – правомерно ли считать загрязнением поступление в реки и водоемы значительной части ингредиентов, например, железа, из районов с повышенным содержанием их в почво-грунтах и водах на территории водосборов. В любом случае факт повышенного их содержания в замыкающих створах по сравнению с содержанием в сточных водах требует особого внимания и соответству-

Сопоставление сбросов загрязняющих веществ со сточными водами
с фактическим содержанием их в замыкающих створах в среднем за 2015-2020 гг.

[Table 6. Comparison of discharges of pollutants with wastewater
with their actual content in the closing sections on average for 2015-2020]

Показатели / Indicators	Река, створ / River, section						
	Нева – д. Новосара- товка	Северная Дви- на – г. Архангельск	Волга – с. Верхнее Лебяжье	Ока – г. Горбатов	Кама – с. Андреевка	Дон – ст-ца Раздорская	Кубань – г. Краснодар
	Среднегодовой сток (2015-2020), км ³ / Average annual runoff (2015-2020), km ³						
	82,0	113	241	31,3	146	14,7	9,6
БПК полное							
Средний годовой сброс, т (1)	13703	5421	36479	16724	10067	7629	3980
Отношение среднегодовой концентрации в реке к ПДК (2)	0,9	1,5	2,9	2,1	1,2	3,4	3,4
Средняя годовая концентрация, т/км ³ (3)	2700	4500	8700	6300	3600	10200	10200
Вынос со средним годовым стоком, т (4)	221400	507750	2092350	197190	525000	150110	98090
Отношение среднегодового сброса к средне- годовому выносу, % (5)	6,2	1,1	1,7	8,5	1,9	5,1	4,1
Превышение концентрации в реке над нор- мативом (ПДК), т/км ³ (6)	-	1500	5700	3300	600	7200	7200
Объём сверхнормативного выноса за год, т (7)	-	169250	1370850	103290	87500	105960	69240
Отношение среднегодового сброса к сверх- нормативному выносу, % (8)	-	3,2	2,7	16,2	11,5	7,2	5,7
Нефтепродукты							
1	169	37	587	314	93	74	64
2	-	-	2,7	0,5	2,3	1,4	-
3	-	-	135	25	115	70	-
4	-	-	32468	783	16771	1030	-
5	-	-	1,8	40,2	0,6	7,2	-
6	-	-	85	-	65	20	-
7	-	-	20443	-	9479	294	-
8	-	-	2,9	-	1,0	25,1	-
Железо							
1	449	42	723	318	177	74	61
2	-	4,8	1,6	-	2,4	-	3,5
3	-	480	160	-	240	-	350
4	-	54160	38480	-	35000	-	3366
5	-	0,1	1,9	-	0,5	-	1,8
6	-	380	60	-	140	-	250
7	-	42877	14430	-	20417	-	2404
8	-	0,1	5,0	-	0,9	-	2,5
Медь							
1	2,9	0,3	9,1	4	2,2	2,0	0,6
2	4,5	2,3	3	2,8	2,8	-	3,3
3	4,5	2,3	3	2,8	2,8	-	3,3
4	369	260	722	88	408	-	32
5	0,8	0,1	1,3	4,6	0,6	-	2,0
6	3,5	1,3	2	1,8	1,8	-	2,3
7	287	147	481	56	263	-	22
8	1,0	0,2	1,9	7,2	0,9	-	2,9

ющих исследований, что позволит лучше понять генезис вещественного состава вод в реках и водоёмах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получена количественная оценка сброса со сточными водами: БПК полного, нефтепродуктов, сухого остатка, железа, нитрат-аниона, меди. Сброс в ЕЧС по показателю БПК превысил в среднем за 2015-2020 гг. 96 тыс. тонн в год, нефтепродуктов ежегодно сбрасывалось около полутора тысяч тонн, сухого остатка свыше 5,5 млн тонн, железа около 1600 тонн, нитрат-аниона более 266 тыс. тонн, меди 20 тонн. Около половины сброса сухого остатка осуществлялась в Приволжском ФО. Вместе с ЦФО этот округ занимает лидирующие позиции и по сбросу нитрат-аниона. По сбросу БПК полного опережают другие округа СЗФО и ЦФО, по сбросу железа лидирует СЗФО, меди – ЦФО. Выявленной общей тенденцией в величине сброса за 2015-2020 гг. в целом по ЕЧС не выявляется. Вместе с тем, достаточно очевидно снижение сброса БПК, нитрат-аниона и меди.

В расчете на одного жителя явно преобладает сброс сухого остатка (несколько десятков кг), на другие ингредиенты приходится несколько килограммов, их десятые доли кг (нитрат-анион, БПК) или сотые кг (нефтепродукты, железо) и тысячные доли кг (медь).

На один квадратный километр водосборной площади больше всего приходится сухого остатка в ПФО (2,6 тонн) при среднем значении для ЕЧС около 1,4 тонн. Значительно меньше величина других ингредиентов (десятки кг БПК и нитрат-аниона), начальные килограммы и доли килограмм – нефтепродукты с наибольшим значением около 2,1 (СКФО) и совсем малые величины меди (0,01 и менее кг).

Больше всего на один км³ речного стока сбрасывалось БПК в СКФО (почти в 6 раз превышая среднюю величину для ЕЧС, в 8 раз нефтепродуктов, почти в 5 раз меди). По всем рассматриваемым веществам их содержание в сточных водах по отношению к общей величине местных водных ресурсов значительно ниже рыбохозяйственных ПДК.

Сопоставление среднего годового сброса загрязняющих веществ со сточными водами с их концентрацией в замыкающих створах в выбранных речных бассейнах свидетельствует о превышении во многих случаях ПДК, а сравнение с фактическим годовым выносом рассматриваемых ингредиентов, в том числе сверхнормативного, о значительном превышении последнего над величиной сброса. В большинстве случаев сброс со сточными водами составляет менее 10 % годового выноса, фиксируемого в замыкающих речных створах. Исключением стал створ р. Оки у г. Горбатов, где сброс нефтепродуктов составил 40 %. То есть, большая часть годового выноса рассматриваемых веществ приходится не на сточные воды, а на другие источники, прежде всего, видимо, на диффузное поступление со стоком водосборов.

Представленные расчеты носят ориентировочный характер, учитывая еще и то, что определение концентрации различных веществ в реках нередко осуществляется

всего несколько раз в году. Нуждается в совершенствовании и величина ПДК. Необходимо дальнейшее уточнение расчетов и их дополнение. Но уже полученные результаты дают основание обратить повышенное внимание на генезис загрязнения рек и водоёмов, на соотношение величин загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами и от других источников, в значительной мере имеющих природное происхождение, что в неполной мере позволяет считать их загрязняющими веществами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия*. Москва: Наука, 2003. 344 с.
2. Водный кадастр. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество: (Ежегод. изд.). Санкт-Петербург, 2015-2020.
3. *Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2020 году»*. Москва: НИИ-Природа, 2022. 510 с.
4. *Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году»*. Москва: Минприроды России; МГУ им. М.В. Ломоносова, 2021. 864 с.
5. Демин А.П. Сточные воды и качество воды в бассейне реки Волги (2000-2015 гг.) // *Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета*, 2017, № 48, с. 55-71.
6. *Динамика качества поверхностных вод Советского Союза в 1976-1980 гг.: монография* / Е.Е. Лобченко, В.В. Циркунов, Н.И. Кужекова и др. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1991. 336 с.
7. *Диффузное загрязнение водных объектов: проблемы и решения: Коллективная монография* // под рук. В.И. Данилова-Данильяна. Москва: РАН, 2020. 512 с.
8. Коронкевич Н.И., Лукьянов К.В. Воздействие водного хозяйства на водные ресурсы водосборов морей, омывающих Европейскую территорию России // *Известия РАН. Серия географическая*, 2024, т. 88, № 4, с. 544-553.
9. Лукьянов К.В., Коронкевич Н.И. Особенности распределения сточных и возвратных вод на территории европейской части России // *Известия РАН. Серия географическая*, 2022, т. 86, № 5, с. 763-778.
10. Качество поверхностных вод / А.М. Никоноров, Л.И. Минина, Е.Е. Лобченко, В.П. Емельянова, И.П. Ничипорова; под ред. И.А. Шикломанова // *Водные ресурсы России и их использование*, 2008, с. 176-228.
11. *Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации* / под ред. Г.М. Черногаевой, 2015-2020.
12. *Загрязнение окружающей среды в регионах России в начале XXI века: Коллективная монография* / Г.М. Черногаева, Е.А. Жадановская, Л.Р. Журавлева, Ю.А. Малеванов / отв. ред. А.А. Тишков. Москва: ООО «ПОЛИГРАФ-ПЛУС», 2019. 232 с.
13. Черногаева Г.М., Журавлева Л.Р., Малеванов Ю.А. Интегральная оценка качества воды в бассейне Волги по данным мониторинга в XXI в. // *Известия РАН. Серия географическая*, 2023, № 6, с. 875-884.
14. Шапоренко С.И. Многолетняя изменчивость показателей водохозяйственной деятельности на водосборах и её возможное влияние на качество вод в устьях северных рек // *Вопросы географии. Водные проблемы и их решение*, 2023, т. 157, с. 58-80.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию: 21.04.2025

Принята к публикации: 01.09.2025

Discharge of Pollutants with Wastewater in the European Part of the Country and Its Consequences for Water Resources Quality

K. V. Lukianov✉, N. I. Koronkevich

*Institute of Geography, Russian Academy of Science, Russian Federation
(building 4, 29, Staromonetny Lane, Moscow, 119017)*

Abstract. The purpose of the research is to conduct an integrated analysis of the composition and volume of pollutants discharged into water bodies with wastewater in the federal districts and several major river basins (Neva, Northern Dvina, Volga, Oka, Kama, Don, Kuban) of the European part of Russia (EPR) during 2015-2020, as well as to compare pollutant discharges with their actual concentrations in river waters.

Materials and methods. The analysis is based on official data on annual pollutant discharges by regions and federal districts within the EPR, as well as on information regarding their average annual concentrations in river waters, obtained from statistical reference books. The study examines concentrations of total BOD (as an indicator of organic substances), petrochemicals, dry residue (mineralization), iron, nitrate-ion, and copper. A method of geographical and hydrological comparison is applied.

Results and discussion. It is shown that federal districts differ significantly from each other both in the amount of total discharge of individual pollutants discharged with wastewater and per capita, km² of area and km³ of local river runoff. No general, clearly expressed trend in the amount of pollutants discharged in 2015-2020 was revealed. At the same time, exceedances of MACs were observed in most closing sections of the considered river basins and a significant excess of the actual annual removal of pollutants, including the excess, compared to the annual discharge with wastewater.

Conclusion. The significant excess of the actual annual removal of pollutants in the closing sections of river basins over the volumes discharged with wastewater indicates the predominant contribution of other sources of pollution, primarily diffuse runoff from catchment areas.

Key words: wastewater, water bodies pollution, biological oxygen demand, petrochemicals, dry residue, iron, nitrate-ion, copper, concentration, MAC excess, ratio of discharge and actual content.

Funding: The study was carried out within the framework of the state assignment of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences FMWS-2024-0007 (1021051703468-8).

For citation: Lukianov K. V., Koronkevich N. I. Discharge of Pollutants with Wastewater in the European Part of the Country and Its Consequences for Water Resources Quality. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografia. Geoekologia*, 2025, no. 3, pp. 93-101 (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2025/3/93-101>

REFERENCES

1. *Antropogennye vozdeystviya na vodnye resursy Rossii i sopredel'nykh gosudarstv v kontse XX stoletiya* [Anthropogenic Impacts on Water Resources in Russia and Neighboring Countries at the End of the 20th Century]. Moscow: Nauka, 2003. 344 p.
2. *Vodny kadastro: Resursy poverkhnostnykh i podzemnykh vod, ikh ispol'zovanie i kachestvo: Ezhegod.* [Water Cadastre. Surface and Groundwater Resources, Their Use and Quality: Annually]. Saint-Petersburg, 1982-2020.
3. *Gosudarstvennyi doklad «O sostoyanii i ispol'zovanii vodnykh resursov Rossiiskoi Federatsii v 2020 godu»* [State Report «On the State and Use of Water Resources of the Russian Federation in 2020»]. Moscow: NIA-Priroda, 2022. 510 p.
4. *Gosudarstvennyi doklad «O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchei sredy Rossiiskoi Federatsii v 2020 godu»* [State Report «On the State and Protection of the Environment of the Russian Federation in 2020»]. Moscow: Minprirody Rossii; MGU im. M. V. Lomonosova, 2021. 864 p.
5. Demin A. P. *Stochnye vody i kachestvo vody v bassejne reki Volgi (2000-2015 gg.)* [Wastewater and water quality in the Volga River basin (2000-2015)]. *Uchenye zapiski Rossijskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta*, 2017, no. 48, pp. 55-71. (In Russ.).
6. *Dinamika kachestva poverkhnostnykh vod Sovetskogo Soyuza v 1976-1980 gg.: monografiya* [Dynamics of Surface Water Quality in the Soviet Union, 1976-1980: monograph] / E. E. Lobchenko, V. V. Tsirkunov, N. I. Kuzhekova i dr. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1991. 336 p. (In Russ.).
7. *Diffuznoe zagryaznenie vodnykh ob'ektov: problemy i resheniya* [Diffuse Pollution of Water Bodies: Problems and Solutions]. Moscow: RAN, 2020. 512 p.
8. Koronkevich N. I., Luk'yanov K. V. *Vozdeystvie vodnogo khozyaystva na vodnye resursy vodosborov morey, omyvayushchikh Evropeyskuyu territoriyu Rossii* [Influence of Water Management on the Water Resources of Sea-Draining Catchments in European Russia]. *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya*, 2024, no. 4, pp. 544-553. (In Russ.).
9. Luk'yanov K. V., Koronkevich N. I. *Osobennosti raspredeleniya stochnykh i vozvratnykh vod na territorii Evropeyskoy chasti Rossii* [Features of the distribution of waste and return waters on the territory of the European part of Russia]. *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya*, 2022, no. 5, pp. 763-778. (In Russ.).



10. Kachestvo poverkhnostnykh vod [Surface Water Quality] / A. M. Nikonorov, L. I. Minina, E. E. Lobchenko, V. P. Emelyanova, I. P. Nichiporova. Edited by I. A. Shiklomanov. *Vodnye resursy Rossii i ikh ispol'zovanie*, 2008, pp. 176-228. (In Russ.).

11. *Obzor sostoyaniya i zagryazneniya okruzhayushchei sredy v Rossiiskoi Federatsii* [Review of the State and Pollution of the Environment in the Russian Federation], 2015-2020 (In Russ.).

12. *Zagryaznenie okruzhayushchei sredy v regionakh Rossii v nachale XXI veka: Kollektivnaya monografiya* [Environmental Pollution in the Regions of Russia in the Early 21st Century: Collective Monograph] / Chernogaeva G. M., Zhadanovskaya E. A., Zhuravleva L. R., Malevanov Yu. A.; otv. red. A. A. Tishkov. Moscow: POLIGRAF-PLUS LLC, 2019. 232 p.

13. Chernogaeva G. M., Zhuravleva L. R., Malevanov Yu. A. Integral'naya otsenka kachestva vody v basseynе Volgi po dannym

monitoringa v XXI veke [Integral assessment of water quality in the Volga basin based on monitoring data in the 21st century]. *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya*, 2023, no. 6, pp. 875-884. (In Russ.).

14. Shaporenko S. I. Mnogoletnyaya izmenchivost' pokazateley vodokhozyaystvennoy deyatel'nosti na vodosborakh i yeye vozmozhnoe vliyanie na kachestvo vod v ust'yakh severnykh rek [Long-term variability of indicators of water management activities in watersheds and its possible impact on water quality at the mouths of northern rivers]. *Voprosy geografii. Vodnye problemy i ikh reshenie*, 2023, vol. 157, pp. 58-80. (In Russ.).

Conflict of interests: The authors declare no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 21.04.2025

Accepted: 01.09.2025

Лукьянов Кирилл Валерьевич

Инженер-исследователь лаборатории гидрологии Института географии РАН, г. Москва, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-5455-8355, e-mail: kirill.lukyanov.96@mail.ru

Kirill V. Lukyanov

Коронкевич Николай Иванович

Доктор географических наук, главный научный сотрудник лаборатории гидрологии Института географии РАН, г. Москва, Российская Федерация, ORCID: 0000-0001-7282-1113, e-mail: koronkevich@igras.ru

Kirill V. Lukyanov

Research Engineer at the Hydrology Laboratory of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-5455-8355, e-mail: kirill.lukyanov.96@mail.ru

Nikolay I. Koronkevich

Dr. Sci. (Geogr.), Chief Researcher at the Hydrology Laboratory of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation, ORCID: 0000-0001-7282-1113, e-mail: koronkevich@igras.ru