

КАЧЕСТВО ВОД

УДК 556.5

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ В БАССЕЙНЕ ВОЛГИ
ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА В XXI в.

© 2023 г. Г. М. Черногаева^{a, b, *}, Л. Р. Журавлева^b, Ю. А. Малеванов^b

^aИнститут географии РАН, Москва, Россия

^bИнститут глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля, Москва, Россия

*e-mail: gmchernogaeva@gmail.com

Поступила в редакцию 16.05.2023 г.

После доработки 22.06.2023 г.

Принята к публикации 11.07.2023 г.

Волга на протяжении нескольких столетий является главной рекой России. Река, берущая начало на Валдайской возвышенности, пересекает на своем пути в Каспийское море несколько природно-климатических зон: от южной тайги до сухих степей Прикаспийской низменности. По последним данным в бассейне реки располагается 31% площади посевов сельскохозяйственных культур, 43% основных фондов экономики, производится почти половина валового регионального продукта России. Антропогенная нагрузка на реку с притоками и их бассейнами значительно превышает нагрузку на другие крупные реки России. Наибольшие объемы загрязненных сточных вод приходятся на долю городов Москва, Самара, Нижний Новгород, Ярославль, Саратов, Уфа, Волгоград, Балахна, Тольятти, Ульяновск, Череповец, Набережные Челны и другие крупные города. Все эти негативные процессы происходят на фоне происходящих климатических изменений. В статье проанализированы данные гидрохимического мониторинга Росгидромета речных вод в бассейне Волги за период 2000–2021 гг. по водным объектам и субъектам Федерации. Независимо от водности года вода практически 70% створов гидрохимического мониторинга в бассейне Волги соответствуют третьему классу качества – “загрязненная”. Интегральная оценка качества вод в бассейне Волги показывает, что ситуация существенно не изменилась с конца прошлого века. Для улучшения экологического состояния бассейна Волги необходимо осуществление комплекса мер по охране и воспроизводству водных ресурсов на водосборных площадях, рационализация систем водопользования, сокращение объема забора свежей воды. Снижение водопотребления является необходимым условием сокращения объемов отводимых сточных вод и, следовательно, количества загрязняющих веществ, содержащихся в них. Одной из проблем является то, что почти все виды водопользования наносят вред природному качеству поверхностных вод, в том числе в бассейне Волги.

Ключевые слова: качество речных вод, гидрохимический мониторинг, природно-климатические зоны, административные территории

DOI: 10.31857/S2587556623060043, **EDN:** EEQTOY

ВВЕДЕНИЕ

Статья посвящается оценке качества воды реки Волги, ее притоков и водохранилищ по химическим показателям. В основном Волга является равнинной рекой, за исключением левобережных притоков, берущих начало на западных склонах Уральских гор. На огромном протяжении основного русла (3690 км) река пересекает несколько природно-климатических зон: южной тайги, смешанных и широколиственных лесов, черноземных степей, а также сухих степей и полупустынных ландшафтов. Более 70% бассейна расположено в лесной зоне и в предгорной и горной частях Урала¹, где и формируется основная часть речно-

го стока. Именно здесь в бассейне Волги выпадает самое большое количество осадков (600 и более мм/год). На юге бассейна на Прикаспийской низменности осадки снижаются до 200 мм/год, что меньше, чем испаряемость. Минерализация и ионный состав атмосферных осадков также являются в значительной мере зональными (Никаноров, 2001). Зональна и минерализация местных вод (табл. 1). Зональность речных вод, особенно крупных рек, менее выражена из-за водообмена между природными зонами.

Воды в естественных условиях делятся на основные группы с преобладанием следующих ионов: 1) Cl^- и Na^+ ; 2) SO_4^{2-} и Na^+ ; 3) SO_4^{2-} и Ca^{2+} ; 4) SO_4^{2-} и HCO_3^- и Ca^{2+} ; 5) HCO_3^- и Ca^+ ; 6) HCO_3^- и Na^+ . По ионному составу в бассейне Волги преоб-

¹ <https://old.bigenc.ru/geography/text/1925622> (дата обращения 16.05.2023).

Таблица 1. Зональные природные гидрохимические характеристики вод

Тип вод	Минерализация по зонам, мг/л		
	лесная зона	лесостепная зона	степная зона
Склоновые	40–100	100–200	200–600
Почвенно-грунтовые	50–200	250–450	300–1000

Источник: (Скаканский, 1995).

ладают карбонатные речные воды. Сульфатно-хлоридные локально встречаются в ее нижнем течении.

Первые карты в основном естественной минерализации речных вод в различных природных зонах были созданы О.А. Алекиным (Алекин, 1953; Алекин, Бражникова, 1964). По существу, это первые карты качества поверхностных вод. Начиная с 1960-х годов, в связи с увеличением объема сточных вод, загрязненного стока с водохранилищами произошли большие изменения качества воды, в основном в сторону его ухудшения – возросла минерализация, увеличилось содержание биогенов, микроэлементов, в воде появились ксенобиотики.

В последние десятилетия антропогенная нагрузка в бассейне Волги в 8 раз выше, чем в среднем по России. Здесь располагается 31% площади посевов сельскохозяйственных культур, 43% основных фондов экономики, производится почти половина валового регионального продукта². В связи с чрезмерной нагрузкой на окружающую среду, осуществлен целый ряд водоохранных мероприятий. Среди них в 2014 г. в рамках Национального стратегического проекта “Экология” был разработан федеральный проект “Оздоровление Волги”. Успех осуществления этого и других проектов улучшения качества воды Волги во многом зависит от наличия соответствующей достоверной информации. Долгое время она была эпизодической. Систематические мониторинговые наблюдения в рамках Государственной наблюдательной сети стали проводиться со второй половины прошлого века.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДИКА РАСЧЕТОВ

Исходными данными являются результаты мониторинговых наблюдений по пунктам, входящим в государственную наблюдательную сеть, за период 2000–2022 гг. Этот период был выбран с учетом понимания гидрологической и гидрохимической ситуации в бассейне Волги до 2014 г. и

² <https://www.pnp.ru/social/volga-stanet-chishhe-v-tri-raza.html> (дата обращения 12.04.2023).

анализа событий после начала реализации федерального проекта “Оздоровление Волги”. Для этой цели использовались следующие базы данных: метеорологические³, гидрологические⁴, гидрохимические⁵, а также Государственные доклады по водным ресурсам⁶ в части водозаборов и сбросов разных видов сточных вод. Все данные из указанных источников ежегодно анализируются в Обзорах современного состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации, а также в “Тенденциях и динамике загрязнений окружающей среды в Российской Федерации”, которые ежегодно размещаются на сайте Института глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля (ИГКЭ)⁷ и раз в десять лет публикуются в печатном виде.

Система комплексного мониторинга загрязнения окружающей среды стала складываться в стране в 1960-е годы XX в. на базе территориальных подразделений и научных институтов по средам под руководством руководителя Росгидромета Ю.А. Израэля [(Израэль, 1984); см. также (Тенденции ..., 2007, 2013, 2017) на сайте <http://www.igce.ru/performance/publishing/reports/>]. В 1980-е годы она приняла следующий вид (рис. 1).

Система перманентных документов, регламентирующих качество поверхностных вод, была встроена в общую систему документов комплексных наблюдений, что позволяет анализировать ситуацию с учетом природных и антропогенных факторов.

В настоящее время гидрологическая сеть наблюдений в бассейне Волги насчитывает порядка 600 постов (Государственный ..., 2022). Гидрохимическая сеть наблюдений Росгидромета насчитывает 407 пунктов, 596 створов на 240 объектах.

³ Ежегодные доклады о состоянии климата. <http://www.igce.ru/climatechange/reports> (дата обращения 15.04.2023).

⁴ Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. Ежегодное издание. http://www.hydrology.ru/ru/izdaniya_ggi_New (дата обращения 15.04.2023).

⁵ Качество поверхностных вод РФ. Ежегодное издание. <https://gidrohim.com/node/44> (дата обращения 15.04.2023).

⁶ <https://voda.gov.ru/regulatory/gosudarstvennye-doklady/> (дата обращения 15.04.2023).

⁷ <http://www.igce.ru/performance/publishing/reports/> (дата обращения 15.04.2023).

Пункты разделены на четыре категории, с различными режимами наблюдений и количеством определяемых химических веществ с таким расчетом, чтобы выявить наиболее существенные изменения в качестве воды, которые особенно проявляются при сопоставлении данных на фоновых створах (≈ 500 м выше города или промузла) и контрольных створах (500–1000 м ниже последнего сброса сточных вод). Фоновые и контрольные створы были заложены с целью выявления источников загрязнения, в том числе промышленного и коммунального происхождения (ксенобиотики), для повышения эффективности всех видов воздушной и водной очистки. Это особенно важно, поскольку практически все возможные виды использования водных ресурсов негативно сказываются на качестве вод, в том числе в бассейне Волги.

После лабораторных анализов по единым методикам в Гидрохимическом институте проводится ранжирование по классам качества загрязненности воды – 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. В данной работе использованы следующие классы качества воды: 1 класс – условно чистая; 2 класс – слабо загрязненная; 3 класс – загрязненная; 4 класс – грязная; 5 класс – экстремально грязная⁸. В оценку класса качества входят такие показатели, как ВЗ (высокое загрязнение поверхностных вод – уровень загрязнения, превышающий ПДК в 3–5 раз для веществ 1 и 2 классов опасности, в 10–50 раз для веществ 3 и 4 классов, в 30–50 раз для нефтепродуктов, фенолов, ионов марганца, меди и железа), ЭВЗ (экстремально высокое загрязнение поверхностных вод – уровень загрязнения, превышающий ПДК в 5 и более раз для веществ 1 и 2 классов опасности и в 50 и более раз для веществ 3 и 4 классов), к которым часто приводят аварийные ситуации. Уровни ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод оперативно поступают на серверы ИГКЭ и передаются в контролирующие инстанции, а также в виде отдельного информационного ресурса размещаются в ежегодных Обзорах⁹. Фиксируемое снижение случаев ВЗ и ЭВЗ в бассейне Волги связано с тем, что из состава загрязняющих веществ по указанию МПР РФ и Росгидромета были исключены взвешенные ве-

⁸ РД 52.24.643-2002. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Методические указания. СПб.: Гидрометеоиздат, 2002. 50 с.

⁹ <http://www.igce.ru/performance/publishing/reports/> (дата обращения 15.04.2023).

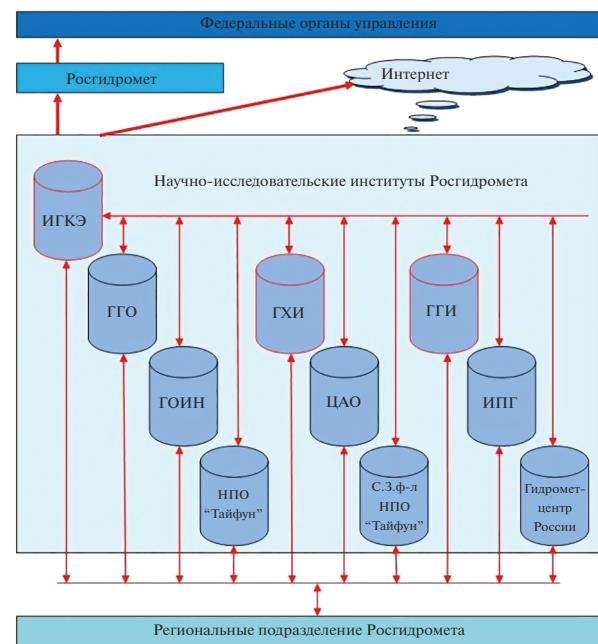


Рис. 1. Информационные потоки данных мониторинга загрязнения окружающей среды Росгидрометом.

щества, несмотря на то, что в стране стандартом качества воды являются рыбохозяйственные ПДК (ПДК р/х), в том числе взвешенные вещества.

В данной работе рассматриваются гидрологические и гидрохимические среднегодовые характеристики воды бассейна Волги за 2000–2022 гг. В расчет принимались наблюденные данные из указанных выше источников. Использовались классические статистические методы. С целью учета данных мониторинга при реализации экологической политики страны требуются дальнейшие планы не только в области развития инструментального анализа, но и в совершенствовании методов интеграции данных мониторинга. В качестве примера можно привести работу авторов статьи по созданию Атласа водных ресурсов и их качества по данным мониторинга Росгидромета (Черногаева и др., 2019, 2021а, 2021б). Поскольку в статье речь идет о Волге, приведем только пример по Приволжскому федеральному округу (самому крупному в бассейне реки, площадь которого составляет 1037 км²). Комплект материалов был подготовлен на базе геоинформационной системы QuantumGIS. Визуализация данных проводилась по методике ранжирования данных (по 5-ти балльной шкале). Каждой группе ранжированных данных был задан определенный интервал и цвет (рис. 2).

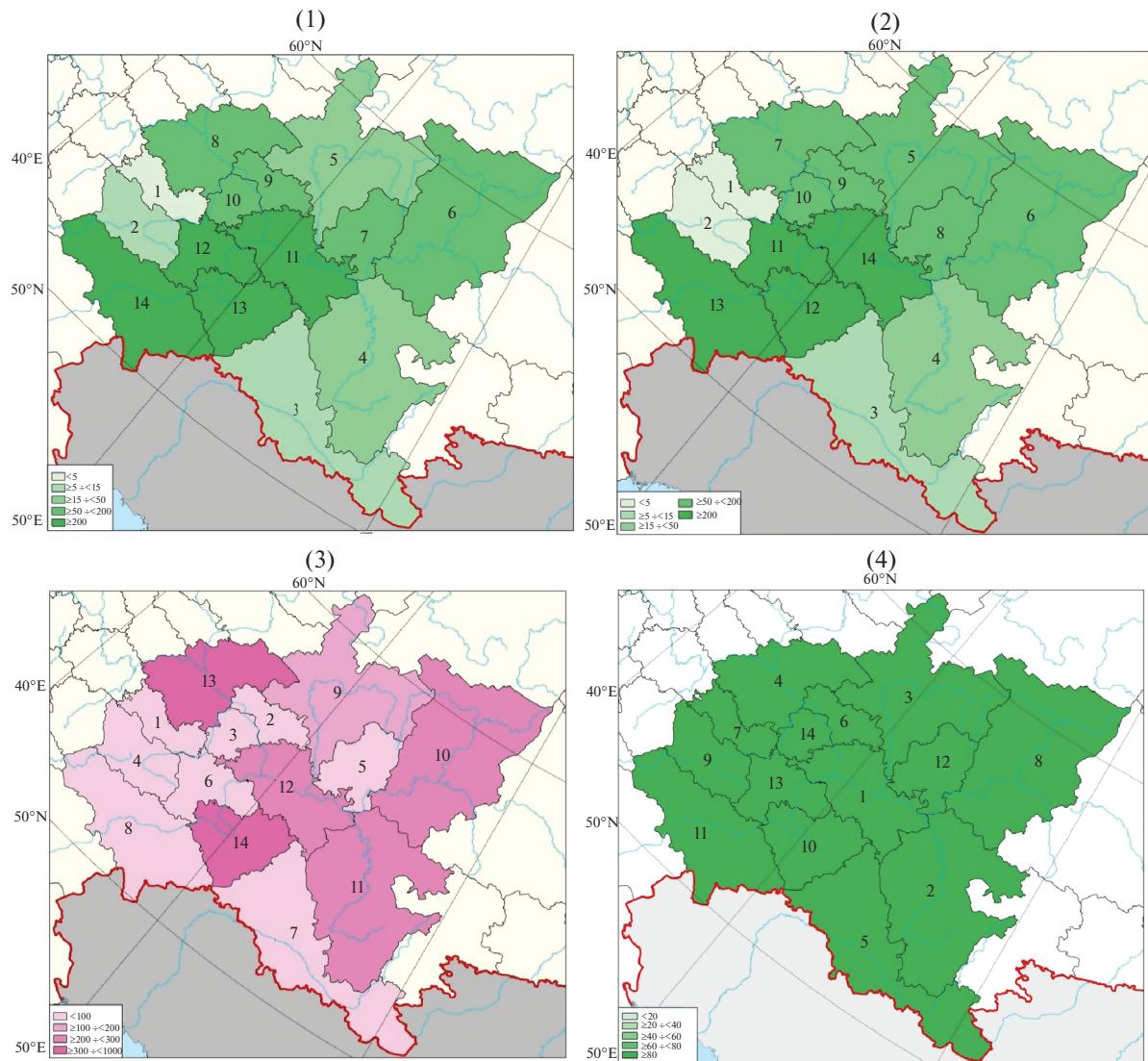


Рис. 2. Ресурсы речного стока и их качество в субъектах Приволжского ФО: (1) средние многолетние значения речного стока, $\text{км}^3/\text{год}$; (2) речной сток в 2019 г., $\text{км}^3/\text{год}$; (3) сбросы загрязненных сточных вод в водные объекты в 2019 г., $\text{млн м}^3/\text{год}$; (4) наиболее загрязненные створы на пресноводных объектах в 2019 г., %. Цифры на картосхемах отражают ранг региона по каждому показателю.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Как известно, на формирование химического состава поверхностных вод значительное влияние оказывают водность года и ее сезонное распределение. Если водность года корреляционно связана с количеством осадков, выпадающих в бассейне Волги, хотя и не всегда тесно, то сезонное распределение водности в целом по бассейну зависит от зарегулированности стока каскадом водохранилищ. На рис. 3 представлены графики атмосферных осадков и стока Волги за рассматриваемый период времени. При чередовании многоводных и маловодных лет отчетливо прослеживается тренд снижения как осадков, так и стока Волги. Несмотря на продолжающееся по-

тепление климата, природная зональность в выпадении атмосферных осадков не изменилась. По-прежнему большая часть стока Волги формируется в лесной зоне, в горах и предгорьях Урала, а максимальные значения осадков и стока наблюдаются в верховьях Камы и в ее притоках, берущих начало на западном склоне Уральских гор (Бардин, 2021).

В условиях зарегулированности стока Волго-Ахтубинская пойма и дельта Волги обводняются сбросами из Волгоградского водохранилища.

На водность и качество воды Волги влияет рост температуры воздуха в последние годы. Наиболее быстро он происходил в период 1991–2000 гг., когда она повысилась более чем на 1°C . В последние го-

ды рост температуры менее заметен, хотя наблюдается практически во все сезоны (Проблемы ..., 2021). При тренде снижения стока Волги (г/п с. В. Лебяжье) и большом заборе воды на орошение увеличиваются потери воды на испарение и снижается объем возвратных вод (Демин, 2016). Все это приводит к обмелению ряда рукавов дельты Волги, особенно в ее восточной части, падению уровня Северного Каспия (наряду с другими факторами). Однако анализ этой проблемы не входил в задачу настоящей работы.

Анализ данных режимных наблюдений на Волге показывает не только межгодовую вариабельность качества воды, но и пространственную, связанную с изменяющейся антропогенной нагрузкой в широтном и меридиональном направлениях (рис. 4). На рисунке показаны основные створы из тех, по которым проводится полная программа наблюдений по большому количеству природных, природно-антропогенных химических показателей, в том числе и ксенобиотиков.

Объем статьи не позволяет привести картосхемы за весь рассмотренный период, но и так очевидно, что существует пространственно-временная вариация классов качества по водным объектам бассейна.

В течение многолетнего периода наблюдений в Волге, ее притоках и водохранилищах преобладали створы с “загрязненной” (3 класс качества) водой. Эта ситуация сложилась еще в конце прошлого века. Межгодовые вариации на разных створах связаны с переходами одних и тех же створов по качеству воды то в сторону улучшения, то ухудшения, изменяясь практически на один класс качества (табл. 2).

Как видно из рис. 5, в течение 2010–2021 гг. количество створов с “загрязненной” водой 3-го класса качества варьировало от 58.5% в 2010 до 67.2% в 2021 г. В 2021 г. количество створов с качеством воды 3 и 4 классов составило 95% от их общего числа (в 2010 г. – 99.1%). Увеличение количества створов с качеством воды 3 класса происходило за счет перехода качества воды одних и тех же створов в 4 или 2 класс. Однако анализ свидетельствует, что формализованный тренд не показывает реальной ситуации каждого года. Для принятия превентивных мер нужен прогноз и анализ каждого конкретного года.

Необходимо отметить, что практически из года в год во всех субъектах РФ, входящих в бассейн Волги, наблюдаются створы с “экстремально грязной” водой. Прежде всего это относится к Московской, Нижегородской, Астраханской областям. Количество случаев ВЗ и ЭВЗ практически не снижается (рис. 6).

Поверхностные воды бассейна Волги испытывают антропогенную нагрузку разного масштаба. Загрязнение бассейна связано с поступлением

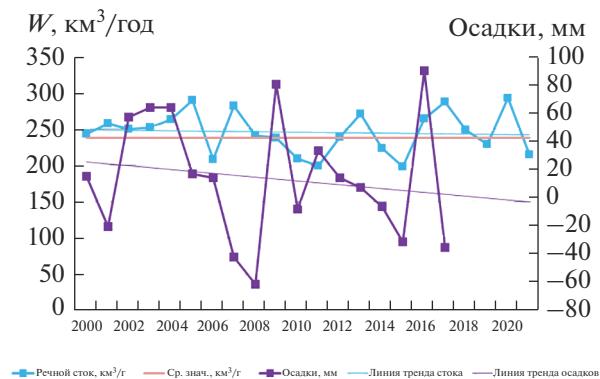


Рис. 3. Водные ресурсы бассейна Волги и атмосферные осадки.

сточных вод промышленных предприятий, многочисленных сельскохозяйственных объектов и канализационных систем населенных пунктов. Наибольшие объемы загрязненных сточных вод приходятся на долю городов Москва, Самара, Нижний Новгород, Ярославль, Саратов, Уфа, Волгоград, Балахна, Тольятти, Ульяновск, Череповец, Набережные Челны и др. Значительное количество загрязняющих веществ поступает в Волгу с водой Оки (Водные ..., 2008; Никаноров, 2001; Обзор ..., 2022).

Критическими веществами, влияющими на качество воды бассейна Волги в разные годы и в разных створах, в течение многолетнего периода являются органические вещества по ХПК и БПК₅, нитритный и нитратный азот, соединения меди, железа, цинка, марганца, алюминия, мо-

Таблица 2. Распределение количества створов в бассейне Волги, %

Год	Створы по классам качества воды				
	1-й класс	2-й класс	3-й класс	4-й класс	5-й класс
2010	–	0.9	58.5	40.6	–
2011	0.17	2.49	57.6	39.21	0.53
2012	–	2.84	53.4	42.88	0.88
2013	0.18	3.73	54	41.55	0.54
2014	0.36	5.54	62.2	31.2	0.7
2015	0.17	2.65	58.9	37.76	0.52
2016	–	3.51	62.2	33.59	0.7
2017	0.53	3.31	61.5	34.14	0.52
2018	0.17	3.28	68.3	27.9	0.35
2019	0.2	4.5	71.2	23.1	1
2020	0.3	3.4	70.8	24.1	1.4
2021	–	4.2	67.2	27.8	0.8

Источник: Качество поверхностных вод РФ. Ежегодное издание. <https://gidrohim.com/node/44> (дата обращения 15.04.2023).

2010 г.

2021 г.

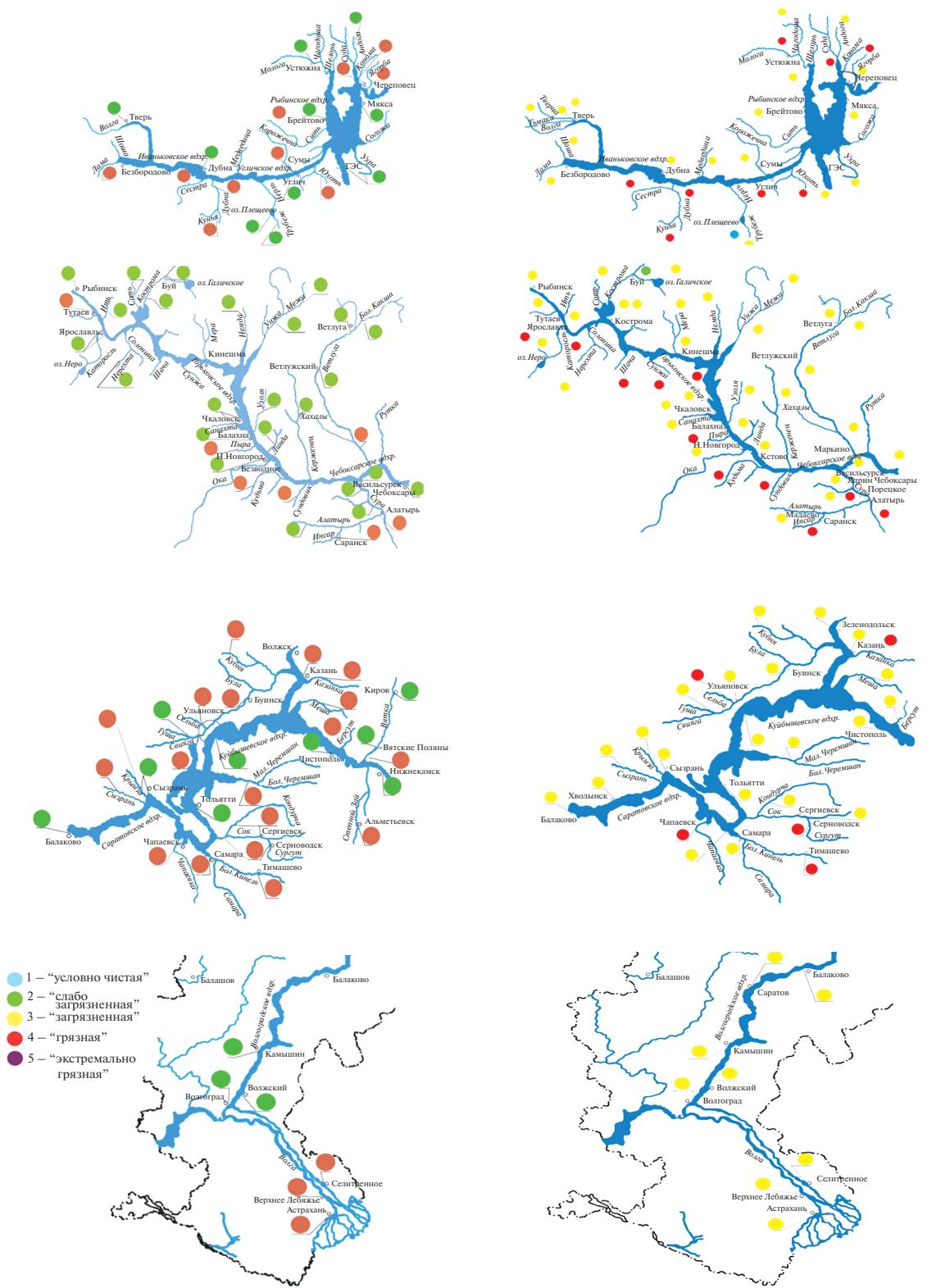


Рис. 4. Комплексная оценка качества поверхностных вод в бассейне Волги от Твери до Астрахани в 2010 и 2021 гг.

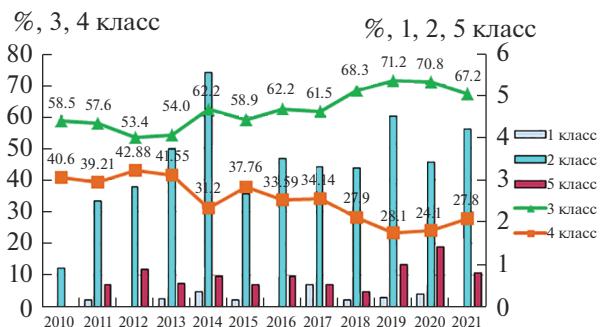


Рис. 5. Распределение количества створов в бассейне Волги по классам качества воды за период 2010–2021 гг., %.

либдена, нефтепродукты, иногда фенолы, формальдегид, шестивалентный хром, фосфор фосфатов и др.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

К настоящему времени накопилось огромное количество научных публикаций и монографий, посвященных геоэкологическим проблемам Волги, в которых часто приводятся противоречивые оценки. Уже несколько лет осуществляется работа по проекту “Оздоровление Волги”. Однако противоречия в методиках и оценках сохраняются, и более или менее объективный анализ результатов многочисленных научных разработок до сих пор не проведен (Водные ..., 2008; Государственный ..., 2022; Демин, 2016; Диффузное ..., 2020; Загрязняющие ..., 2017; Коротаев, 2012; Проблемы ..., 2021; Экстремальные ..., 2010).

Следует отметить, что практически во всех научных публикациях отмечается, что качество поверхностных вод в бассейне Волги сохраняется неудовлетворительным. Авторы отмечают разные причины сложившейся ситуации. Тем не менее можно с уверенностью утверждать, что в комплексе они одни и те же: выработка ресурсов очистных сооружений, неконтролируемый диффузный сток, прежде всего с сельскохозяйственных угодий и селитебных территорий.

Реализация федерального проекта была рассмотрена в августе 2017 г. на Президиуме Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам. В результате был утвержден паспорт приоритетного проекта “Сохранение и предотвращение загрязнения реки Волга”¹⁰.

Авторы статьи считают уместным процитировать основную цель проекта – улучшить экологическую ситуацию в бассейне р. Волги за счет со-

¹⁰<http://government.ru/projects/selection/670/29362/> (дата обращения 17.04.2023).

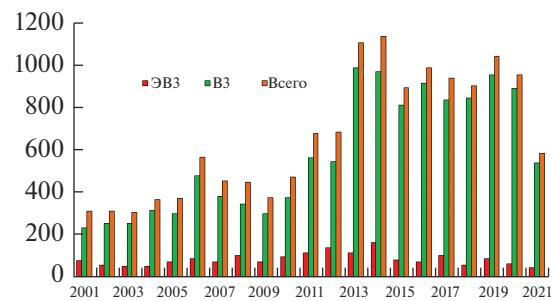


Рис. 6. Количество случаев высокого и экстремально высокого загрязнения в бассейне Волги (в 2020–2021 гг. – без учета взвешенных веществ).

кращения не менее чем на 80% объема сбросов загрязненных сточных вод в водные объекты Волжского бассейна и мероприятий по оздоровлению Волго-Ахтубинской поймы. Срок реализации проекта – с 30 августа 2017 до конца 2025 г. Предусматривалось, что реализация приоритетного проекта позволит сократить долю загрязненных сточных вод от общего объема сточных вод до 10% в 2025 г. за счет применения наилучших доступных технологий их очистки.

В рамках реализации проекта предстояло инвентаризировать объекты, которые оказывают негативное воздействие на водные объекты, охватить автоматизированными системами и лабораториями контроль за составом, объемом или массой сточных вод не менее 30% таких объектов в 2018 и 100% в 2025 г.

Реализация приоритетного проекта осуществляется через региональные проекты по сохранению и предотвращению загрязнения р. Волги¹¹.

Однако в результате парламентских слушаний 6 марта 2023 г. было принято решение продлить проект еще на пять лет – с 2025 до 2030 г. в рамках единого проекта оздоровления рек и озер России. Поручение о его подготовке дал Президент РФ В.В. Путин в Послании к Федеральному собранию 21.02.2023 г. Предложения, прозвучавшие на парламентских слушаниях, войдут в рекомендации Правительству, парламенту, регионам. Например, Правительству предложили подумать об усилении ответственности за загрязнение воды продуктами нефтедобычи, разработать систему льгот для российских производителей и при подготовке нового проекта экологического оздоровления рек предусмотреть подъем затонувших судов¹².

Реконструкция и строительство новых очистных сооружений на существующих заводах, расчистка русел и подъем затонувших судов должны

¹¹<http://government.ru/projects/selection/670/> (дата обращения 18.04.2023).

¹²<https://www.pnp.ru/social/volga-stanet-chishhe-v-tri-raza.html> (дата обращения 23.04.2023).

привести к улучшению качества поверхностных вод в бассейне Волги. Однако не следует забывать, что существует неконтролируемый сток с сельскохозяйственных угодий, селитебных территорий и федеральных трасс.

Считаем необходимым остановиться на следующем вопросе. Введение в 1992 г. в РФ платы за превышение нормативов допустимого сброса загрязняющих веществ в водные объекты, рассчитанных на основе нормативов ПДК р/х, привело к тому, что охрана водного объекта от загрязнения превратилась только в необходимость соблюдения в воде водных объектов нормативов ПДК р/х, значения показателей которых установлены без учета природных особенностей водных объектов, особенностей режима зарегулирования речных систем, техногенной нагрузки на водные объекты. Вместе с тем отсутствует информация, подтверждающая улучшение качества воды и состояние водных объектов при соблюдении действующих рыбохозяйственных нормативов качества воды и установленных на их основе нормативов допустимого сброса. Для большинства отраслей промышленности соблюдение ПДК р/х стало невозможным без применения дорогостоящих очистных сооружений, составляющих около трети стоимости всего промпредприятия и не обеспечивающих выполнение установленных требований.

Федеральный закон от 21.07.2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон “Об охране окружающей среды” и отдельные законодательные акты Российской Федерации» определил переход промышленности на технологическое нормирование на основе наилучших доступных технологий, изменил систему выдачи разрешений на право пользования водным объектом и разрешений на сброс загрязняющих веществ, но не изменил требований Водного кодекса РФ в области регулирования воздействия хозяйственной и иной деятельности на водные объекты. Переход на технологическое нормирование направлен на достижимый уровень очистки загрязненных сточных вод, в то же время в соответствии с Федеральным законом от 10 января 2002 года № 7-ФЗ “Об охране окружающей среды” основной целью перехода на технологическое нормирование является применение технологических показателей, соответствующих показателям наилучшей доступной технологии, определяемой на основе современных достижений науки и техники, и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды и целей охраны водных объектов, в том числе, на основе поэтапного достижения природоохранных нормативов качества вод.

ВЫВОДЫ

Качество воды в основном русле Волги, ее притоках и водохранилищах имеет большую пространственно-временную вариабельность в течение каждого конкретного года.

Несмотря на то, что в бассейне Волги происходили изменения качества воды как в лучшую, так и в худшую сторону, уменьшился сброс загрязненных сточных вод, сложившийся отрицательный эффект влияния хозяйственной деятельности на поверхностные воды в целом не скомпенсировался и состояние качества воды остается неблагополучным.

Количество створов с уровнем загрязненности воды 3 и 4 класса качества, когда среднегодовая концентрация одного или нескольких загрязняющих веществ составляла или превышала 10 ПДК, практически не меняется. В 2020–2021 гг. количество таких створов снизилось за счет исключения из приоритетного списка взвешенных веществ.

Качество воды Волги за последние двадцать лет не улучшилось, несмотря на проведение водоохранных мероприятий. Гидрологи, гидрохимики, экологи сходятся во мнении о необходимости проведения комплексного перманентного (ежегодного) контроля за гидроэкологией во всех водных объектах бассейна Волги. Результаты научных исследований, проведенных в начале XXI в., должны быть использованы при подготовке запланированного проекта МПР “Чистая вода” на период с 2025 по 2030 г. Очень важно при этом, чтобы были предусмотрены меры, в первую очередь законодательные, в области охраны водных объектов на основе принципов экологического (природоохранного) нормирования, заявленных в Водной стратегии РФ на период до 2020 г. (утв. распоряжением Правительства РФ от 27.08.2009 № 1235-р), учитывающих природные особенности региона, факторы формирования регионального фона, индивидуальные характеристики водных объектов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках темы государственного задания Института географии РАН FMGE-2019-0007 (AAAA-A19-119021990093-8).

FUNDING

The study was carried out within the framework of the state assignment FMGE-2019-0007 (AAAA-A19-119021990093-8).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алекин О.А. Основы гидрохимии. Учеб. пособие. Л.: Гидрометеоиздат, 1953. 296 с.

- Алекин О.А., Бражникова Л.В. Сток растворенных веществ с территории СССР. М.: Наука, 1964. 143 с.
- Бардин М.Ю., Самохина О.Ф., Непоменко Л.Ф. Климатические изменения // Проблемы загрязнения устьевой области Волги / отв. ред. Е.В. Островская. Астрахань: Издатель Сорокин Р.В., 2021. С. 38–41.
- Водные ресурсы России и их использование / под ред. И.А. Шикломанова. СПб.: Гос. гидрологический ин-т, 2008. 600 с.
- Государственный доклад “О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2021 году”. М.: НИА-Природа, 2022. 290 с.
- Демин А.П. Сточные воды и качество воды в бассейне реки Волга (2000–2015 гг.) // Гидроэкология. Ученые записки. 2016. № 3. С. 55–71.
- Диффузное загрязнение водных объектов: проблемы и решения / под рук. В.И. Данилова-Данильяна. М.: РАН, 2020. 512 с.
- Загрязняющие вещества в водах Волжско-Каспийского бассейна / отв. ред. В.Ф. Бреховских, Е.В. Островская. Астрахань: Издатель Сорокин Р.В., 2017. 408 с.
- Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. М.: Гидрометеоиздат, 1984. 560 с.
- Коротаев В.Н. Очерки по геоморфологии береговых и устьевых систем: Избранные труды / отв. ред. В.А. Снытко. М.: Географический ф-т МГУ, 2012. 540 с.
- Никаноров А.М. Гидрохимия. СПб.: Гидрометеоиздат, 2001. 448 с.
- Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2021 г. / отв. ред. Г.М. Черногаева. М.: Росгидромет, 2022. 220 с.
- Проблемы загрязнения устьевой области Волги / отв. ред. Е.В. Островская. Астрахань: Издатель Сорокин Р.В., 2021. 328 с.
- Скаканский Б.Г. Географические закономерности формирования вод местного стока и их химического состава // Географические направления в гидрологии. М.: Изд. РАН, Русское географическое общество, 1995. С. 151–167.
- Черногаева Г.М., Жадановская Е.А., Журавлева Л.Р., Малеванов Ю.А. Загрязнение окружающей среды в регионах России в начале XXI века. Коллективная монография / отв. ред. А.А. Тишков. М.: ООО “ПОЛИГРАФ-ПЛЮС”, 2019. 232 с.
- Черногаева Г.М., Малеванов Ю.А., Галушин Д.А. и др. Атлас водных ресурсов и их качества по данным мониторинга Росгидромета за 2019 год. М.: ООО “Принт”, 2021а. 49 с.
- Черногаева Г.М., Малеванов Ю.А., Журавлева Л.Р. Современный уровень загрязненности вод дельты р. Волги // Проблемы загрязнения устьевой области Волги / отв. ред. Е.В. Островская. Астрахань: Издатель Сорокин Р.В., 2021б. С. 151–163.
- Экстремальные гидрологические ситуации / отв. ред. Н.И. Коронкевич, Е.А. Барабанова, И.С. Зайцева. М.: ООО “Медиа-ПРЕСС”, 2010. 464 с.

Integral Assessment of Water Quality in the Volga River Basin According to Monitoring Data in the 21st Century

G. M. Chernogaeva^{1, 2, *}, L. R. Zhuravleva², and Y. A. Malevanov²

¹Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

²Yu.A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology, Moscow, Russia

*e-mail: gmchernogaeva@gmail.com

The Volga River has been the main Russian river for several centuries. The river, originating on the Valdai Hills, crosses several natural and climatic zones on its way to the Caspian Sea: from the southern taiga to the dry steppes of the Caspian Lowland. According to the latest data, 45% of industrial enterprises and 50% of agricultural production in Russia are concentrated in the river basin. The anthropogenic load on the river with its tributaries and their basins significantly exceeds the load on other large Russian rivers. The largest contaminated wastewater volumes fall on the share of Moscow, Samara, Nizhny Novgorod, Yaroslavl, Saratov, Ufa, Volgograd, Balakhna, Tolyatti, Ulyanovsk, Cherepovets, Naberezhnye Chelny and other large cities. All these negative processes occur against the background of ongoing climate change. The article analyzes the Roshydromet hydrochemical monitoring data of river waters in the Volga River basin for the 2000–2021 period by water bodies and federal subjects. Regardless of the year water content, almost 70% of hydrochemical monitoring stations in the Volga River basin correspond to the third quality class (“polluted”). An integral assessment of the water quality in the Volga River basin shows that the situation has not changed significantly since the end of the last century. To improve the ecological condition of the Volga River basin, it is necessary to implement a set of measures for the protection and reproduction of water resources in catchment areas, rationalize water use systems, and reduce the volume of freshwater intake. Reducing water consumption is a necessary condition for reducing the wastewater volume discharged and, consequently, the number of pollutants contained in it. One of the problems is that almost all types of water use harm the surface waters’ natural quality, including the Volga River basin.

Keywords: river water quality, hydrochemical monitoring, natural and climatic zones, administrative territories

REFERENCES

- Alekin O.A. *Osnovy gidrokhimii. Uchebnoe posobie* [Fundamentals of Hydrochemistry. Tutorial]. Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1953. 296 p.
- Alekin O.A., Brazhnikova L.V. *Stok rastvorennykh veshchestv s territorii SSSR* [Drainage of Dissolved Substances From the Territory of the USSR]. Moscow: Nauka Publ., 1964. 143 p.
- Bardin M.Yu., Samokhina O.F., Nepomenko L.F. Climate change. In *Problemy zagryazneniya ust'evoi oblasti Volgi* [Problems of Pollution of the Mouth Area of the Volga]. Astrakhan: Sorokin R.V. Publ., 2021, pp. 38–41. (In Russ.).
- Chernogaeva G.M., Malevanov Yu.A., Galushin D.A. et al. *Atlas vodnykh resursov i ikh kachestva po dannym monitoringa Rosgidrometa za 2019 god* [Atlas of Water Resources and Their Quality According to Roshydromet Monitoring Data for 2019]. Moscow: Print Publ., 2021a. 49 p.
- Chernogaeva G.M., Malevanov Yu.A., Zhuravleva L.R. The current level of water pollution in the Volga River basin. In *Problemy zagryazneniya ust'evoi oblasti Volgi* [Problems of Pollution of the Mouth Area of the Volga]. Astrakhan: Sorokin R.V. Publ., 2021b, pp. 151–163. (In Russ.).
- Chernogaeva G.M., Zhdanovskaya E.A., Zhuravleva L.R., Malevanov Yu.A. *Zagryaznenie okruzhayushchey sredy v regionakh Rossii v nachale XXI veka. Kollektivnaya monografiya* [Environmental Pollution in the Regions of Russia at the Beginning of the XXI Century. Collective Monograph]. Tishkov A.A., Ed. Moscow: Poligraf-Plyus Publ., 2019. 232 p.
- Demin A.P. Wastewater and water quality in the Volga River Basin (2000–2015). *Gidroekol. Uchen. Zapiski*, 2016, no. 3, pp. 55–71. (In Russ.).
- Diffuznoe zagryaznenie vodnykh ob'ektov: problemy i resheniya* [Diffuse Pollution of Water Bodies: Problems and Solutions]. Danilov-Danilyan V.I., Ed. Moscow: Akad. Nauk Publ., 2020. 512 p.
- Ekstremal'nye gidrologicheskie situatsii* [Extreme Hydrological Situations]. Koronkevich N.I., Barabanova E.A., Zaitseva I.S., Eds. Moscow: Media-Press Publ., 2010. 464 p.
- Izrael Yu.A. *Ekologiya i kontrol' sostoyaniya prirodnoi sredy* [Ecology and Control of the State of the Natural Environment]. Moscow: Gidrometeoizdat Publ., 1984. 560 p.
- Korotaev V.N. *Ocherki po geomorfologii beregovykh i ust'evykh sistem: Izbrannye trudy* [Essays on the Geomorphology of Coastal and Estuary Systems: Selected Works]. Snytko V.A., Ed. Moscow: MSU Publ., 2012. 540 p.
- Nikanorov A.M. *Gidrokhimiya* [Hydrochemistry]. St. Petersburg: Gidrometeoizdat Publ., 2001. 448 p.
- Obzor sostoyaniya i zagryazneniya okruzhayushchey sredy v Rossiiskoi Federatsii za 2021 god* [Review of the State and Pollution of the Environment in the Russian Federation for 2021]. Chernogaeva G.M., Ed. Moscow: Rosgidromet Publ., 2022. 220 p.
- O sostoyanii i ispol'zovanii vodnykh resursov Rossiiskoi Federatsii v 2021 godu. Gosudarstvennyi doklad* [On the State and Use of Water Resources of the Russian Federation in 2021. Government Report]. Moscow: NIA-Priroda Publ., 2022. 290 p.
- Problemy zagryazneniya ust'evoi oblasti Volgi* [Problems of Pollution of the Mouth Area of the Volga]. Ostrovskaya E.V., Ed. Astrakhan: Sorokin R.V. Publ., 2021. 328 p.
- Skakal'skii B.G. Geographic patterns of formation of local runoff waters and their chemical composition. In *Geograficheskie napravleniya v hidrologii* [Geographic Directions in Hydrology]. Moscow: Akad. Nauk Publ., Russ. Geogr. O–vo Publ., 1995, pp. 151–167. (In Russ.).
- Vodnye resursy Rossii i ikh ispol'zovanie* [Water Resources of Russia and Their Use]. Shiklomanov I.A., Ed. St. Petersburg: Gos. Gidrol. Inst. Publ., 2008. 600 p.
- Zagryaznyayushchie veshchestva v vodakh Volzhsko-Kaspiskogo basseina* [Pollutants in the Waters of the Volga-Caspian Basin]. Brekhovskikh V.F., Ostrovskaya E.V., Eds. Astrakhan: Sorokin R.V. Publ., 2017. 408 p.