

УДК 433

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОЧНЫХ И ВОЗВРАТНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

© 2022 г. К. В. Лукьянов^а, *, Н. И. Коронкевич^а

^аИнститут географии РАН, Москва, Россия

*e-mail: lukyanov@igras.ru

Поступила в редакцию 14.03.2022 г.

После доработки 22.05.2022 г.

Принята к публикации 12.07.2022 г.

Рассматриваются особенности пространственно-временного распределения промышленных и хозяйственно-бытовых сточных и возвратных (после орошения) вод на территории европейской части России. В основу исследования положены данные водохозяйственной статистики по субъектам Федерации и федеральным округам. Показан их вклад в общий объем сточных и возвратных вод. Рассчитаны удельные показатели сточных и возвратных вод – отношение их объема к величине речного стока, площади региона, численности населения. Продемонстрирована структура водопользования в пяти федеральных округах на европейской территории страны, которая выявила преобладание использования воды на производственные нужды по сравнению с орошением и хозяйственно-питьевыми нуждами. Рассчитана доля загрязненных сточных и возвратных вод в общем их количестве по федеральным округам и субъектам. Показано преобладание в большинстве случаев загрязненных сточных и возвратных вод в общем их количестве по сравнению с нормативно очищенными. Подсчитана кратность разбавления сточных и возвратных вод ресурсами общего речного стока, что ориентировочно отражает степень загрязнения водных объектов. Определены особенности пространственной дифференциации, например, увеличение нагрузки на водные ресурсы по направлению с севера на юг. Несмотря на снижение в целом водозабора и объема сточных и возвратных вод в последние десятилетия, судя по кратности их разбавления общими ресурсами речного стока (местного и транзитного), кардинального улучшения качества вод в реках и водоемах не происходит.

Ключевые слова: сточные и возвратные воды, водозабор, ресурсы речного стока, качество воды, динамика, Европейская территория России, федеральные округа, субъекты

DOI: 10.31857/S2587556622050077

ВВЕДЕНИЕ

Существование человечества всегда было связано с использованием воды. В процессе ее использования часть воды расходуется безвозвратно для водных источников – в основном испаряется, а также входит в состав продукции, фильтруется в глубокие подземные горизонты. Остальная часть после использования сбрасывается в реки и водоемы в виде сточных вод в промышленности, хозяйственно-бытовом секторе или возвратных вод с орошаемых полей. В водозаборе доля безвозвратного расхода колеблется в широких пределах в зависимости от вида и эффективности использования воды и природных условий. В промышленности она составляет в среднем 5–15%, в хозяйственно-бытовом секторе 10–15%, в орошаемом земледелии 60–80%. Соответственно доля сточных и возвратных вод (совокупно СВ) оценивается в раз- мере среднем 85–95, 85–90 и 20–40%. В южных

районах с большим дефицитом влажности воздуха доля безвозвратного расхода выше, а СВ ниже, чем в северных районах (Водные ..., 2008).

СВ – одна из главных причин качественного истощения водных ресурсов, поскольку обычно содержат различные загрязняющие водную среду вещества. В составе промышленных сточных вод это чаще всего соединения различных металлов, нефтепродукты, фенолы, сульфаты, взвешенные вещества и др., многие из которых являются токсичными для водных экосистем. Негативно влияет на водные экосистемы и их тепловое загрязнение, источником которого в первую очередь становятся подогретые воды ТЭС (тепловых электростанций), если они предварительно не направляются на пруды-охладители. В хозяйственно-бытовых сточных водах содержатся биогенные вещества, которые приводят к эвтрофикации водоемов, поверхностно-активные вещества (ПАВ), лекарственные

препараты и другие ингредиенты, негативно влияющие на гидробионты. В составе возвратных вод с орошаемых полей обычны различного рода ядохимикаты, биогенные вещества, входящие в состав удобрений. Кроме СВ, загрязнению рек и водоемов способствует диффузное (неконтролируемое, распределенное по территории) загрязнение, поступающее в реки и водоемы с поверхностным и подземным стоком с водосборов. С диффузным стоком в водные объекты попадают удобрения и ядохимикаты с сельскохозяйственных полей, а в городах и в промышленных зонах – практически весь набор элементов из таблицы Менделеева.

Вносит свой вклад в качественное истощение водных ресурсов и непосредственно поступающие в водные объекты загрязненные атмосферные осадки. Но в данной статье мы рассматриваем лишь СВ.

Конечно, есть более и менее загрязненные СВ. Есть даже те, которые условно считаются чистыми. Вообще все СВ делятся на две категории: нормативно-очищенные, загрязненные, в том числе без очистки¹. В ежегодном справочнике Государственного гидрологического института² деление таково: нормативно-чистые, нормативно-очищенные, загрязненные и без очистки, загрязненные недостаточно очищенные. К нормативно-чистым относятся воды, отведение которых в водные объекты без очистки не приводит к нарушениям норм качества вод в контролируемом створе. К нормативно-очищенным относятся воды, прошедшие очистку в соответствии с установленными нормами предельно допустимых сбросов в водные объекты (согласно действующим правилам охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами). К загрязненным относятся воды, содержание загрязняющих веществ в которых превышает предельно допустимые концентрации (ПДК). Указанное деление достаточно условно. В подтверждение этого можно привести следующий пример. В 1987–1988 гг. у нас в стране были пересмотрены стандарты отнесения тех или иных СВ к отдельным категориям загрязненности (в сторону ужесточения), в частности, часть нормативно-очищенных и нормативно-чистых вод была переведена в категорию загрязненных. Не учитывая этого обстоятельства, в работе (Лемешев, 1991) была проведена следующая динамика загрязненных СВ в

СССР, км³ в год: 1985 – 16, 1988 – 29, то есть увеличение на 80% всего за три года. Аналогично показана динамика по России: 1985 год – 12 км³, 1990 – 27.8 км³, но уже в Российском статистическом ежегоднике³ 1994 г., что трактовалось как стремительное нарастание загрязнения рек и водоемов. В действительности же за период с середины 1960-х годов, когда появилась относительно надежная статистика, и до 1986 г., то есть до указанного пересмотра стандартов, объем загрязненных СВ сократился в 1.6 раза, а их удельный вес в составе отводимых после использования вод снизился с 28 до 15%. При этом объем вод, сброшенных без очистки, уменьшился почти вдвое, а объем недостаточно очищенных сократился на 30%. То есть в действительности ситуация диаметрально противоположная той, что указывалась в приведенных источниках. Помимо иллюстрации известной условности отнесения СВ в ту или иную категорию, следует важный вывод о неоднородности информации об отдельных категориях СВ за весь период определения их объемов. Поэтому в данной статье мы анализируем данные по СВ лишь за последние десятилетия (в период без изменений в классификации СВ).

Следует отметить, что значимую роль в улучшении водохозяйственной статистики, включая информацию об СВ в нашей стране, сыграло введение обязательной отчетности основными водопотребителями по форме 2-ТП (ВОДХОЗ). Однако форма отчетности 2-ТП (ВОДХОЗ) составляется предприятиями самостоятельно, и достоверность такой исходной информации Росприроднадзором в должной мере не контролируется. К тому же данные формы 2-ТП (ВОДХОЗ) характеризуют лишь часть источников загрязнения: не контролируются диффузные источники, которые для ряда водных объектов, например, в бассейне р. Волги, превышают объем загрязнений от контролируемых точечных источников (Кирпичникова, 1991).

Тем не менее сведения, собранные по этой форме, обобщались в различных справочниках, монографиях и статьях. Назовем лишь некоторые, в которых приводятся сведения о СВ: “Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия” (2003), “Водный кадастр”, Воды России (состояние, использование, охрана) (1997–2002 гг.), Государственный доклад “О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2017 году”, А.П. Демин (2017), Н.И. Коронкевич и др. (1998), М.И. Львович (1974). В итоге имеется очень большой материал по СВ, но в значитель-

¹ Водные ресурсы и водное хозяйство России в 2017 году: Стат. сб. / А.Д. Думнов, А.П. Демин, Е.В. Муравьева и др. Федеральное агентство водных ресурсов. М.: НИА-Природа, 2018. 230 с.

² Водный кадастр. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество: Ежегод. изд. 2017 г. СПб.: ООО “Победа”, 2018. 153 с.

³ Стат. сб. / Госкомстат России. М., 1994. 799 с.

ной мере он требует обновления, недостаточно полно интерпретируются пространственно-временные закономерности распределения СВ по территории. Опираясь на самые последние исходные данные по субъектам РФ и федеральным округам, содержащиеся в Водном кадастре⁴ и в справочнике⁵, в данной статье предпринята попытка отчасти устранить эти пробелы применительно к территории европейской части страны.

ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа в значительной мере базируется на данных о водозаборе, во многом определяющем объеме сточных и возвратных вод¹. Помимо общего количества СВ использовались данные по сбросу нормативно-очищенных и неочищенных СВ, сведения о величине общего стока (местного и транзитного), приводимых Государственным гидрологическим институтом², численности населения и площади территории. Основные территориальные операционные единицы, входящие в состав европейской части страны, – федеральные округа: Северо-Западный, Центральный, Приволжский, Южный, Северо-Кавказский и входящие в них субъекты РФ.

Учитывая наличие данных, рассмотрены современный период на уровне 2017 г. и динамика изменения объемов водозабора и СВ с 1990 (период наибольшего антропогенного воздействия на водные ресурсы) по 2017 г.

В работе используются метод географо-гидрологического анализа исходных данных, включающий картографическое отображение складывающейся ситуации с распределением СВ по территории.

Один из способов косвенной оценки качественного состояния водных объектов – анализ кратности разбавления СВ. На основании (Антропогенные ..., 2003) была принята следующая шкала (табл. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Общий объем сточных и возвратных вод по данным для всех федеральных округов на территории европейской части страны на уровне 2017 г. составил 32 км³/год при водозаборе 52 км³/год.

⁴ Водный кадастр. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество: Ежегод. изд. 2017 г. СПб.: ООО “Победа”, 2018. 153 с.

⁵ Водные ресурсы и водное хозяйство России в 2017 году: Стат. сб. / А.Д. Думнов, А.П. Демин, Е.В. Муравьева и др. Федеральное агентство водных ресурсов. М.: НИИ-Природа, 2018. 230 с.

Таблица 1. Класс вод по гидробиологическим показателям и соответствующая им кратность разбавления загрязненных СВ годовым стоком

Класс вод по гидробиологическим показателям	Кратность разбавления загрязненных СВ годовым стоком, число раз
I–II. Относительно чистые	<1000
III. Слабо загрязненные	50–1000
IV–V. Средне загрязненные	10–50
V–VI. Сильно загрязненные	<10

Как следует из рис. 1, в 2017 г. наибольшим объемом водозабора характеризуется Южный ФО (23% от общей величины на европейской территории страны). Меньше всего доля водозабора в Приволжском ФО (около 15%). Наибольший объем сточных и возвратных вод в Северо-Западном ФО (более 30%), наименьший – в Северо-Кавказском ФО (немногим более 10%).

Объем и характер загрязнения сточных и возвратных вод во многом зависят от структуры использования воды, представленной на рис. 2. Из его анализа следует, что в 4 из 5 федеральных округов (кроме Северо-Кавказского) преобладает использование воды на производственные нужды, причем в Северо-Западном ФО оно составляет 92%. На хозяйственно-питьевые нужды больше всего используется воды в Центральном ФО (30%), а в Северо-Западном и Северо-Кавказском ФО меньше 10%. Наибольшее количество воды на орошение (49%) используется в Северо-Кавказском ФО ввиду природно-климатических условий и характера экономики округа. В Южном ФО эта доля вдвое меньше, в остальных округах оно незначительно (меньше 3%).

По отношению водозабора и объема СВ к среднему многолетнему стоку значительно выделяется Северо-Кавказский ФО (соответственно 40 и 12% согласно рис. 3). Меньше всего это отношение в Северо-Западном ФО. То есть вырисовывается общая картина увеличения нагрузки на водные ресурсы в направлении с севера на юг. Это особенно хорошо видно на примере субъектов РФ, что наглядно иллюстрирует рис. 4, на котором представлено отношение СВ к величине

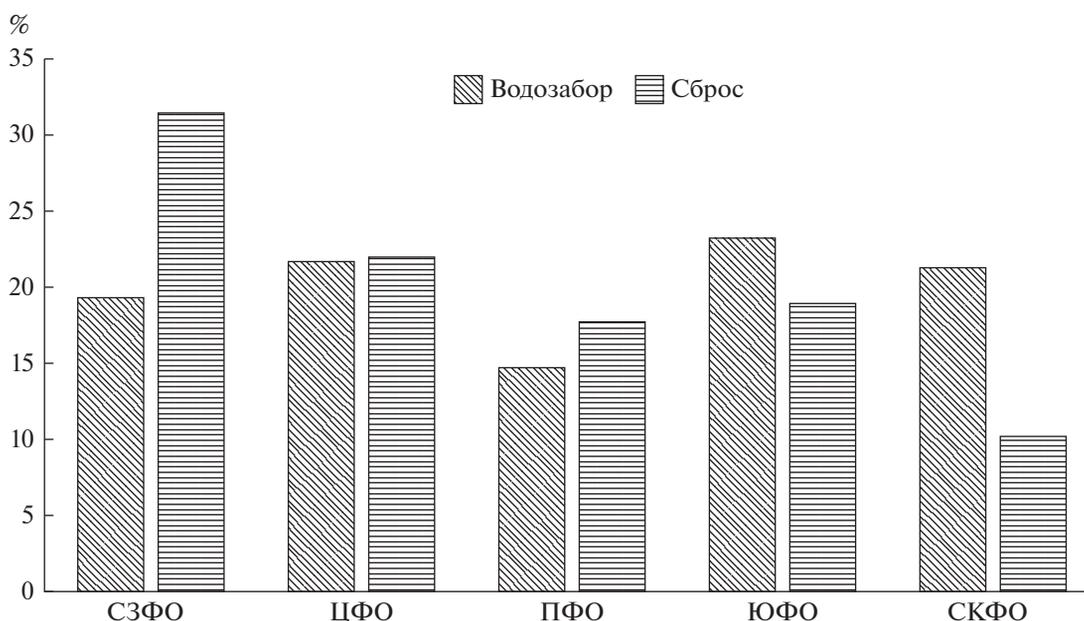


Рис. 1. Доля объема водозабора и СВ по федеральным округам от общего их объема на Европейской территории России в 2017 г.

среднего многолетнего стока (местного и транзитного). Исключением из этого правила является Мурманская область за счет интенсивного развития здесь горнодобывающей промышленности. В Ставропольском и Краснодарском краях это соотношение наибольшее – свыше 39 и 17% соответственно.

При оценке соотношения водозабора и величины речного стока следует иметь в виду, что значительная часть водозабора осуществляется из подземных вод. Но, как представляется, отбор подземных вод приводит к уменьшению речного стока за счет усиленной инфильтрации речных вод в местах этого отбора. Сброс же сточных и возвратных вод на европейской территории страны в основном осуществляется в реки и проточные водоемы. По-видимому, более существенные корректировки в представленные соотношения вносят водозабор из морей и сброс в них использованных вод. Но это в ЕТР носит локальный характер и в основном относится к территориям, прилегающим к Балтийскому, Азовскому, Каспийскому и Черному морям.

Как следует из рис. 5а, наибольший объем СВ за 2017 г., приходящийся на единицу площади, имеет место в Краснодарском (53 тыс. м³/м²) и Ставропольском (35 тыс. м³/м²) краях, а наименьший в Ненецком АО (12,7 м³/м²). Больше всего сточных и возвратных вод на душу населения (рис. 5б) за

2017 г. отмечается или регистрируется в Ленинградской (3038 м³), Костромской (2890 м³) и Мурманской (2030 м³) областях, меньше всего – в Чеченской Республике (4,8 м³) и Республике Ингушетия (5,6 м³), также довольно низкие значения этого показателя в Мордовии (35 м³), Кабардино-Балкарии (41 м³), Волгоградской (46 м³) и Брянской (61 м³) областях, в Ненецком АО (51 м³).

По процентному соотношению загрязненных СВ от общего количества сточных и возвратных вод за 2017 г. лидирует Центральный ФО. Загрязненные СВ в округе составляют 45% (рис. 6). Меньше всего доля загрязненных СВ в общем количестве СВ наблюдается в Северо-Кавказском ФО и составляет 11%.

Рассматривая долю загрязненных СВ в общем количестве СВ в разрезе субъектов за 2017 г. (рис. 7), можно отметить процентное преобладание загрязненных СВ во многих субъектах ЦФО и ПФО. В Центральном ФО из 18 субъектов только в четырех доля ниже 50% (Воронежская (48%), Курская (14%), Тверская (7%) и Костромская (2%) области).

В Приволжском ФО из 14 субъектов только в шести доля ниже 50% (Нижегородская область (46%), Пензенская область (46%), Чувашская Республика (33%), Пермский край (20%), Оренбургская область (12%), Саратовская область (5%).

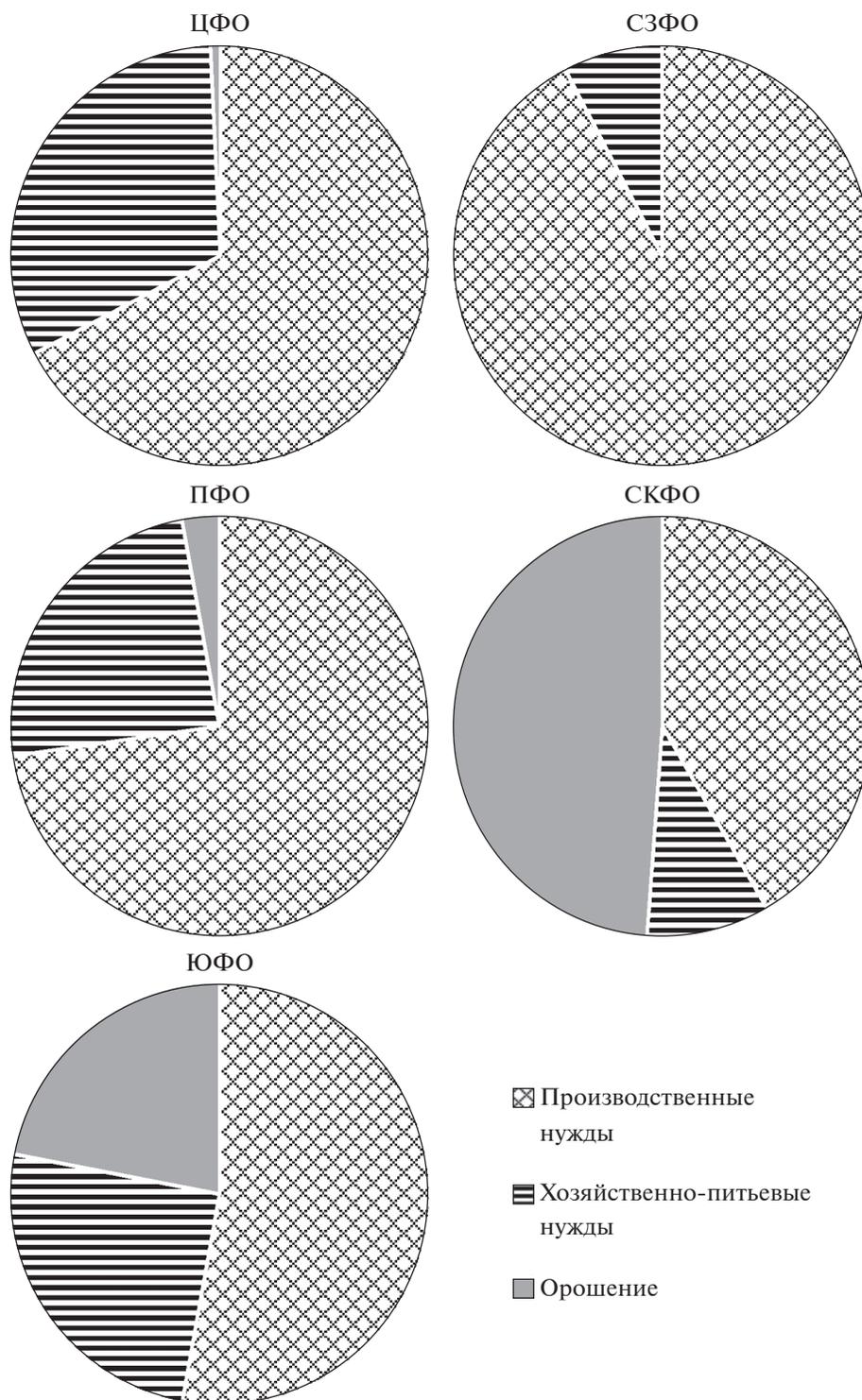


Рис. 2. Структура водопользования в федеральных округах.

Субъекты с процентным соотношением загрязненных СВ, превышающем 90%: Владимирская область (97%), Калужская область (92%), Орловская область (91%), Тульская область (98%), Ярославская область (99%), Калининградская об-

ласть (91%), Республики Ингушетия (100%), Карачаево-Черкессия (91%), Мордовия (93%).

Несмотря на то, что Северо-Кавказский ФО в целом имеет наименьшую долю загрязненных СВ среди пяти федеральных округов, абсолютный



Рис. 3. Отношение объемов водозабора (1) и сброса СВ (2) за 2017 г. к величине среднего многолетнего стока.

максимум отмечается в этом округе (Республика Ингушетия).

Во всех пяти федеральных округах и особенно в Центральном отмечается преобладание загрязненных СВ над нормативно очищенными. Это свойственно и большинству субъектов РФ.

Какова же кратность разбавления СВ ресурсами общего речного стока? Сразу нужно отметить, что по данной характеристике отсутствуют такие субъекты как города федерального значения Москва, Санкт-Петербург и Севастополь, так как данных по годовым сбросам нет, соответственно, расчет невозможен. Из рис. 8 в соответствии с категориями разбавления из табл. 1 отчетливо видно, что хуже всего разбавляются загрязненные СВ в Московской области (кратность разбавления составляет всего 17 раз), а также в субъектах южных округов РФ, но к классу сильно загрязненных вод с кратностью разбавления <10 воды ни одного из субъектов не относятся. К классу средне загрязненных с кратностью разбавления 10–50 раз относятся воды пяти субъектов: Московская область, Белгородская область, Ставропольский край, Краснодарский край и Республика Крым. Относительно чистыми водами с кратностью разбавления более 1000 раз характеризуются 9 регионов из исследуемых федеральных округов: Ненецкий АО, Архангельская область, Республика Чувашия, Саратовская область, Ульяновская область, Волгоградская область, Астраханская область и Костромская область, остальные – слабо загрязненными с кратно-

стью разбавления 50–1000 раз. Такова обобщенная картина по субъектам РФ, но практически в каждом из них имеются районы с высокой степенью загрязнения рек и водоемов. В целом можно констатировать, что большая часть водных объектов на европейской территории страны в той или иной степени загрязнена. И это не учитывая диффузного и других видов загрязнения. С их же учетом картина неудовлетворительного состояния рек и водоемов на европейской территории страны становится еще более очевидной, что подтверждается данными непосредственного определения качества вод (Черногаева и др., 2019)⁶.

Если сравнивать 2017 г. с более ранними годами, то выявляется четко выраженная тенденция снижения объемов водозабора и сброса сточных и возвратных вод в целом для европейской части страны (рис. 9). Так, с 1990 по 2017 г. водозабор снизился с 92 до 53 км³/год, а объем сточных вод с 58 до 32 км³, то есть почти в 1.8 раза. По отдельным федеральным округам ситуация несколько иная. Так, при общей тенденции снижения объемов СВ некоторым исключением является Южный ФО (рис. 10), где с 2015 г. отмечается их рост, что, скорее всего, связано вхождением Республики Крым и города Севастополя в состав Российской Федерации, впрочем, сменившийся затем резким снижением.

⁶ См. также: Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2017 год. М.: Росгидромет, 2018. 206 с.

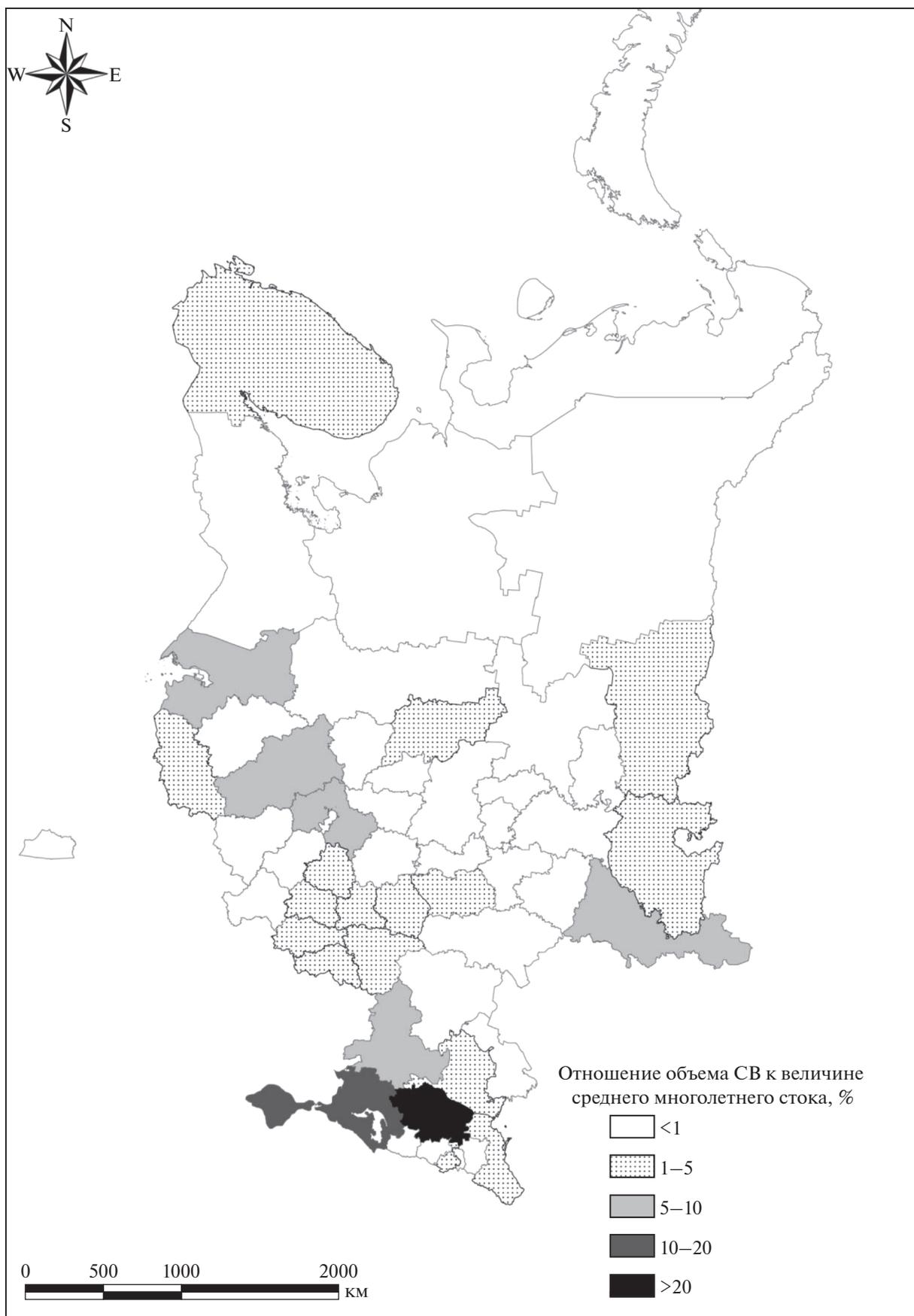


Рис. 4. Отношение объема СВ в 2017 г. к величине среднего многолетнего стока в субъектах РФ, %.

(a)

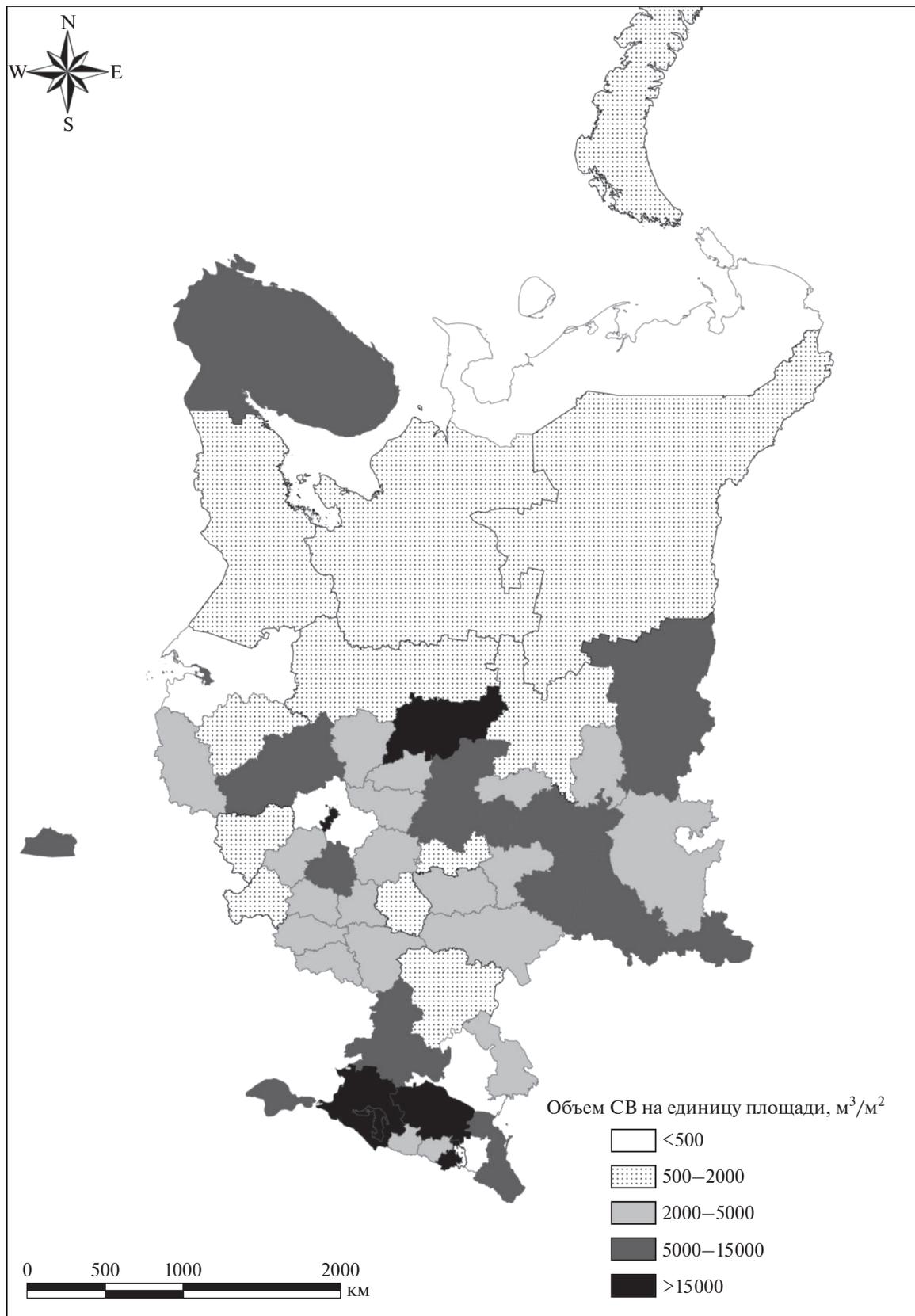


Рис. 5. Объем СВ, приходящийся на единицу площади (а) и душу населения (б) в субъектах РФ.

(б)

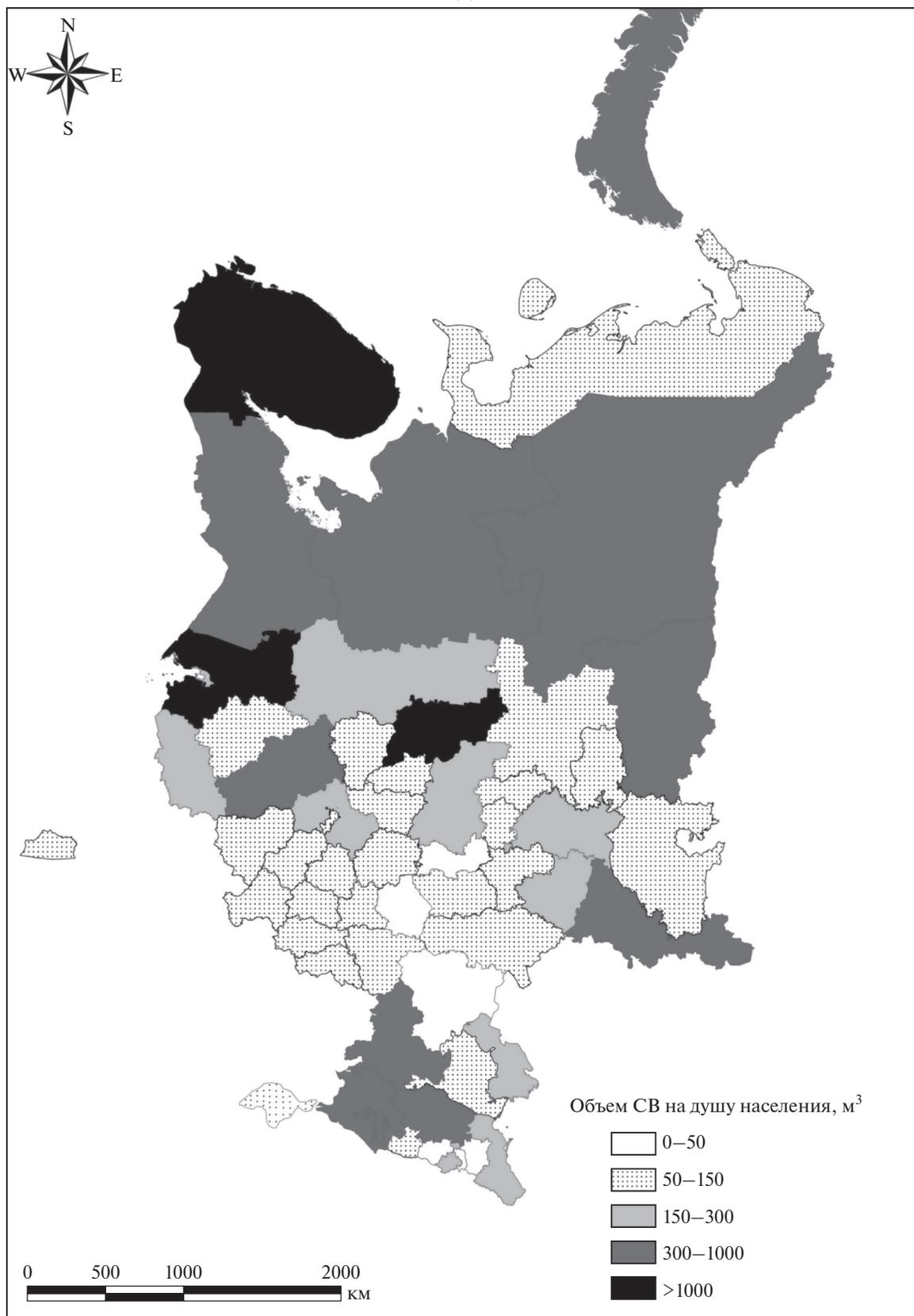


Рис. 5. Окончание

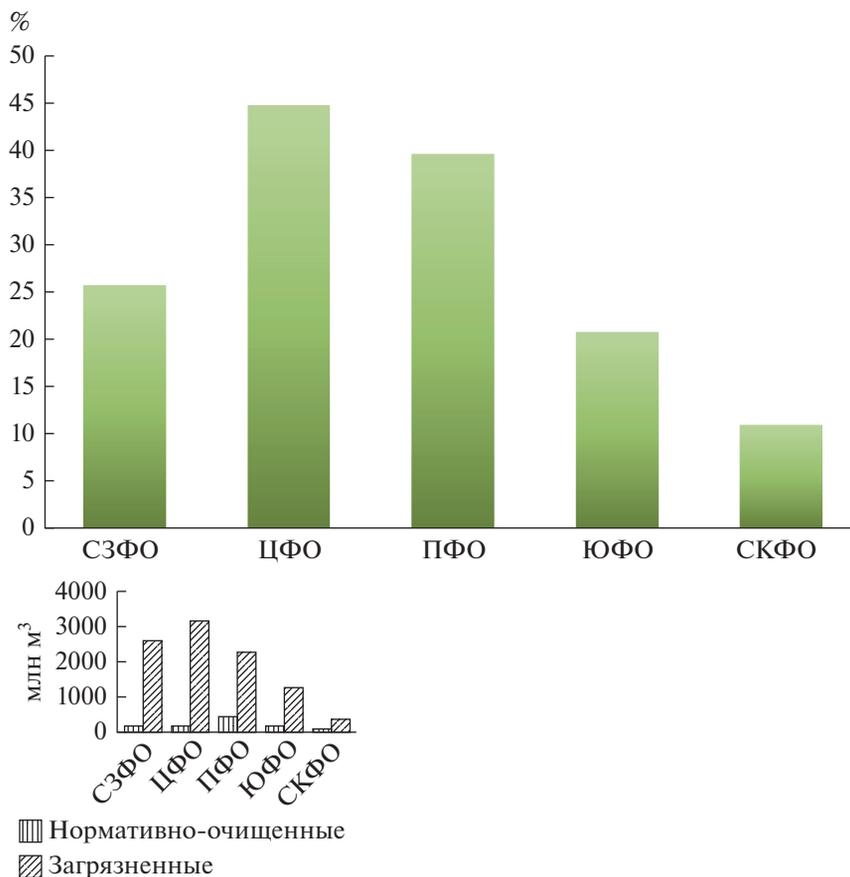


Рис. 6. Доля загрязненных СВ от общего их объема, %.

В целом же общее уменьшение объемов СВ не привело к кардинальному улучшению качества вод рек и водоемов.

Пути уменьшения ущерба, наносимого сбросом сточных и возвратных вод в реки и водоемы. В настоящее время основным направлением уменьшения ущерба, наносимого сбросом СВ, является их очистка. Конечно, этот подход заслуживает всемерной поддержки и далее. Но даже наиболее совершенная биологическая очистка не устраняет всех загрязняющих веществ, содержащихся в СВ. К тому же большинство применяемых методов очистки еще менее эффективно, и даже нередко случаи, когда очистные сооружения сами служат источником загрязнения водных объектов из-за устаревшего оборудования, нехватки специальных веществ и финансирования. Поэтому рост числа очистных сооружений не приводит к существенному улучшению качества воды в реках и водоемах. Помимо улучшения качества очистки, для кардинального решения проблемы качественного истощения водных ресурсов, видимо, нужны и “более радикальные меры”. Они, в частности, предлагались еще в работах А.И. Львовича

(1977) и М.И. Львовича (1974), Р. Рандольфа (1987), Б. Н. Ласкорина (1981). Их суть заключается во всемерном недопущении попадания даже так называемых очищенных СВ в реки и водоемы на основе оборотного, повторного их использования и, главным образом, развития безотходного производства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В 2017 г. наибольшее антропогенное воздействие на водные ресурсы имело место в Южном ФО по водозабору, а в Северо-Западном ФО по объему сточных и возвратных вод, главным образом от промышленных предприятий. Промышленный сектор является основным водопользователем на европейской части России.

В отношении объема СВ к величине общего (местного и транзитного) речного стока в целом прослеживается его увеличение с севера и юг. Похожая тенденция имеет место и по отношению объема СВ, приходящегося на единицу площади рассматриваемых регионов. А вот закономерности зональной пространственной дифференци-

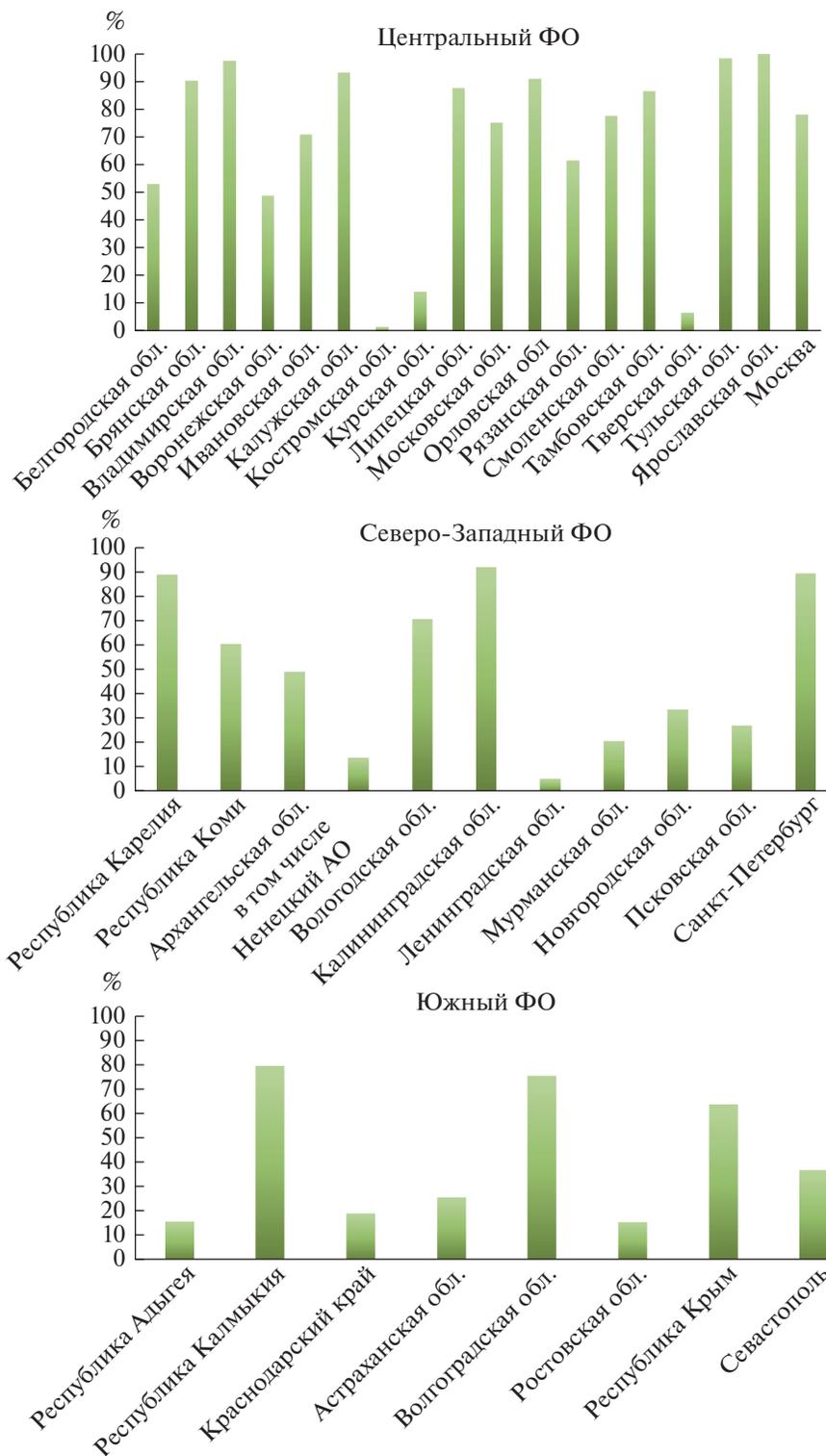


Рис. 7. Доля загрязненных СВ от общего объема СВ в субъектах РФ.

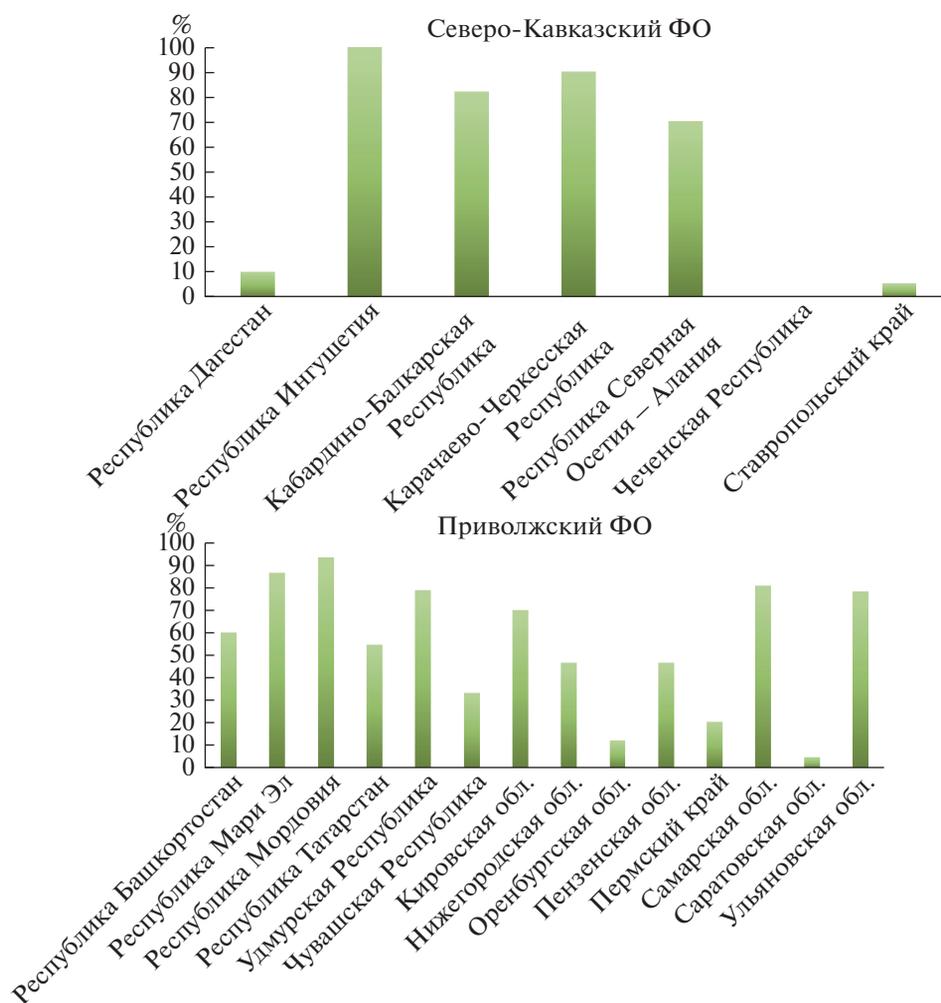


Рис. 7. Окончание

ции объема СВ в расчете на душу населения прослеживаются слабо. Это связано, главным образом, с относительно невысокой заселенностью северных регионов при довольно большом их промышленном освоении.

Во всех пяти федеральных округах в пределах европейской территории страны велика доля загрязненных СВ в составе общего сброса (особенно в ЦФО, где она близка к 50%), а больше всего нормативно-очищенных вод сбрасывается в Приволжском ФО.

Наименьшая кратность разбавления загрязненных СВ ресурсами речного стока отмечается на юге Европейской территории России, что обусловлено, в основном, небольшими водными ресурсами.

За последние десятилетия после 1990 г. объем водозабора, сточных и возвратных вод снизился почти в два раза, однако, судя по сравнительно небольшой кратности их разбавления ресурсами речного стока загрязнение рек и водоемов в большинстве субъектов на европейской территории страны остается довольно существенным, особенно в тех областях, где отсутствует транзитный сток. Напротив, в таких субъектах как Астраханская область, с незначительными местными ресурсами, ситуация существенно улучшается за счет притока транзитных вод, в данном случае волжских. В целом же, судя по кратности разбавления СВ ресурсами стока можно констатировать неудовлетворительное качество вод рек и водоемов на значительной части европейской террито-

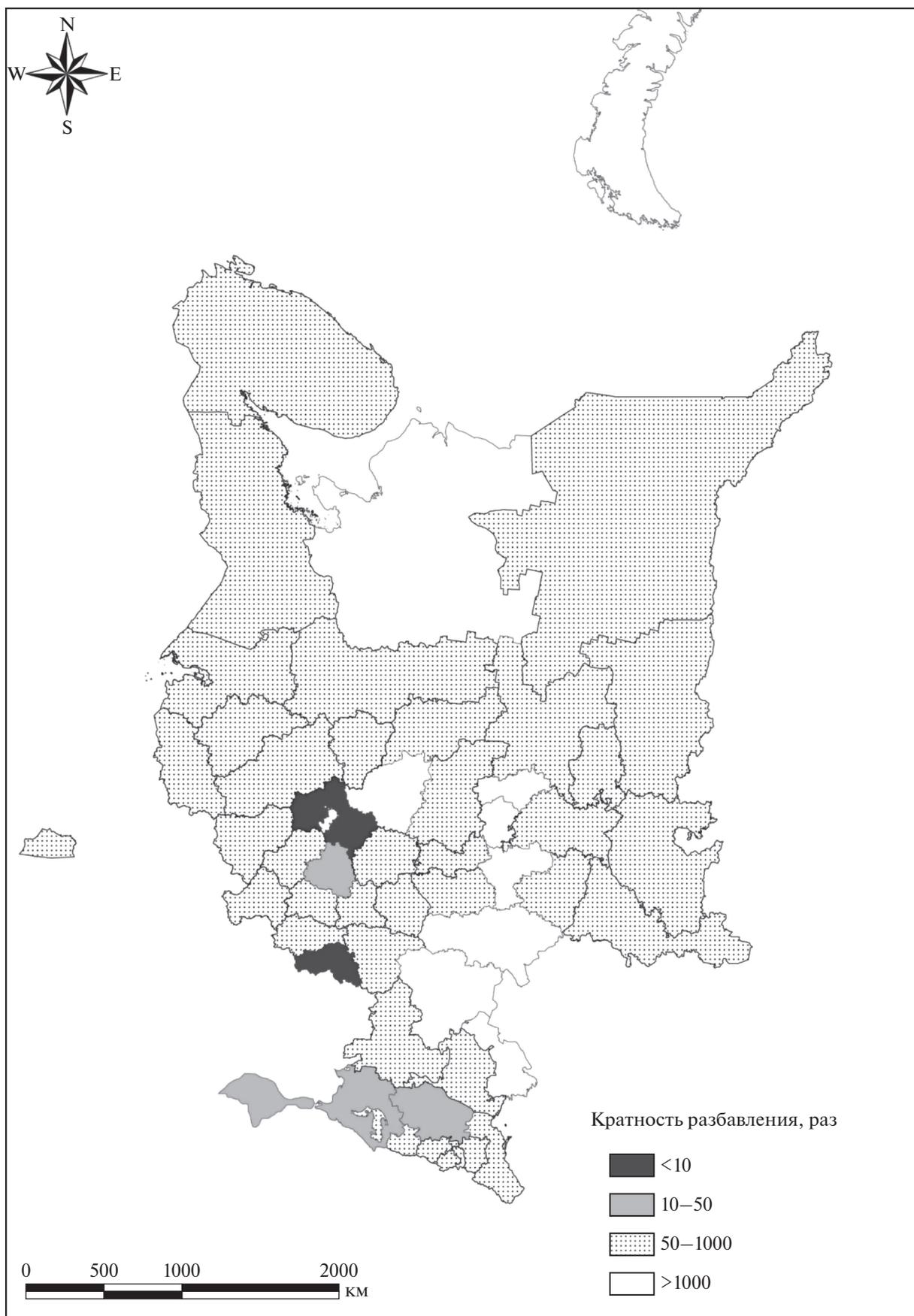


Рис. 8. Кратность разбавления загрязненных СВ в субъектах РФ за 2017 г.

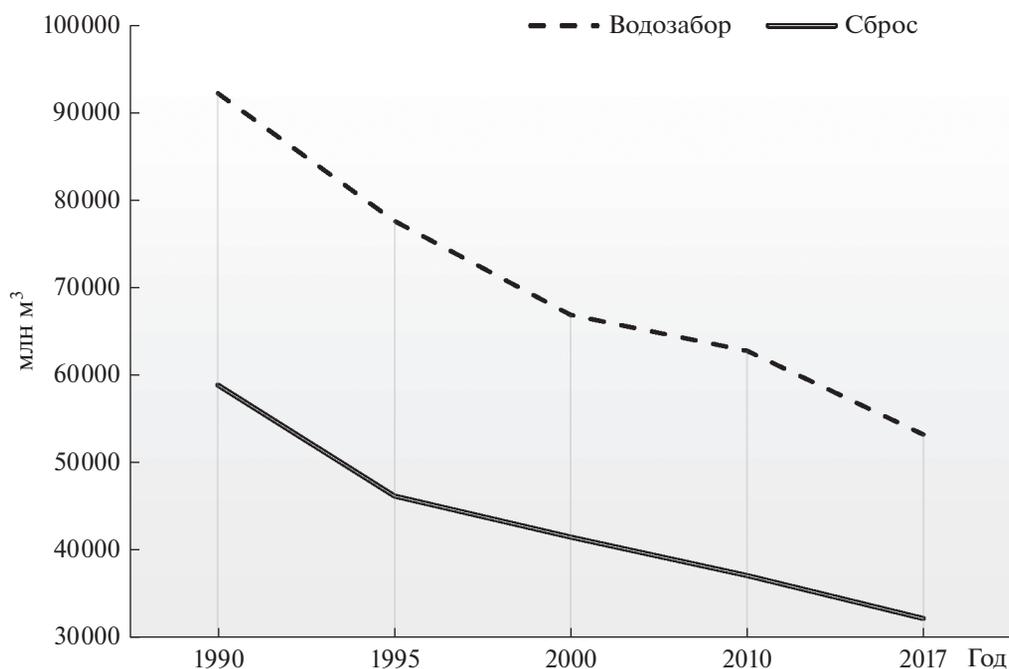


Рис. 9. Изменение объемов водозабора и сброса СВ на Европейской территории России.

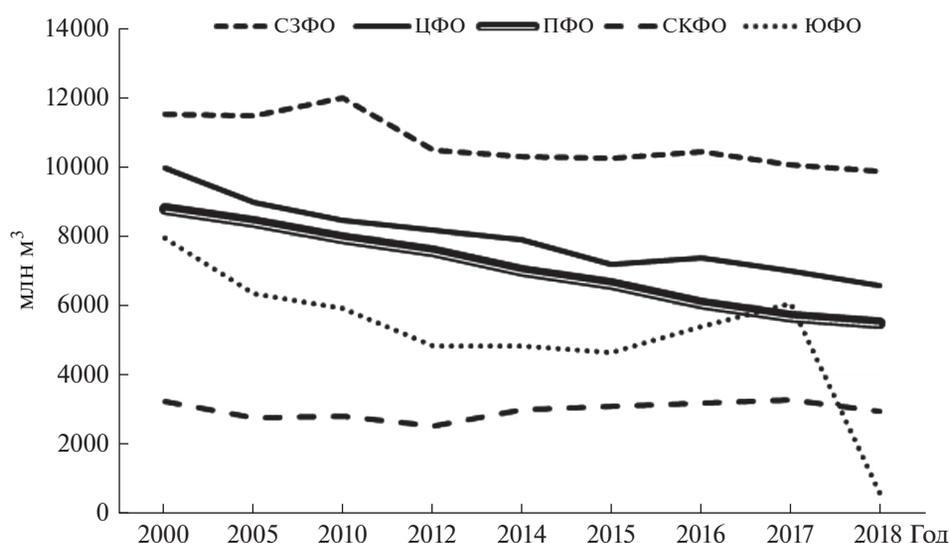


Рис. 10. Динамика объемов сброса СВ по федеральным округам за 2000–2017 гг.

рии страны, что подтверждается и данными непосредственного определения качества воды.

Одним из направлений дальнейших исследований является оценка соотношения вклада точечного (СВ) и диффузного загрязнения в качественное истощение водных ресурсов, в том числе в основных речных бассейнах страны, а также определение более эффективных путей улучшения качества вод с учетом природных и хозяйственных особенностей регионов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках темы государственного задания Института географии РАН АААА-А19-119021990093-8 (FMGE-2019-0007).

FUNDING

The article was completed within the framework of state assignment no. АААА-А19-119021990093-8 (FMGE-2019-0007).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия. М.: Наука, 2003.
- 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.
- Демин А.П., Исмаилов Г.Х. Водопользование в бассейне Верхней Волги и Оки: современное состояние и сценарии изменения // Водное хозяйство России. 2002. Т. 4. № 1. С. 25–50.
- Защита вод от загрязнения / под ред. А.И. Львовича, М.М. Телитченко. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 166 с.
- Кирпичникова Н.В. Исследование неконтролируемых источников загрязнения (на примере Ивановского водохранилища): Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. 1991. 24 с.
- Коронкевич Н.И., Зайцева И.С., Долгов С.В., Ясинский С.В. Современные антропогенные воздействия на водные ресурсы // Изв. РАН. Сер. геогр. 1998. № 5. С. 55–68.
- Лемешев М.Я. Пока не поздно: Размышления экономиста-эколога. М.: Молодая гвардия, 1991. 240 с.
- Львович М.И. Вода и жизнь: Водные ресурсы, их преобразование и охрана. М.: Мысль, 1986. 256 с.
- Львович М.И. Мировые водные ресурсы и их будущее. М.: Мысль, 1974. 448 с.
- Проблемы развития безотходных производств / ред. Б.Н. Ласкорин, Б.В. Громов, А.П. Цыганков, В.Н. Сенин. М.: Стройиздат, 1981. 207 с.
- Рандольф Р. Что делать со сточными водами / пер. с нем. И.Б. Палееса / под ред. Т.А. Карюхиной. 2-е изд., доп. М.: Стройиздат, 1987. 120 с., ил.
- Черногаева Г.М., Жадановская Е.А., Журавлева Л.Р., Малеванова Ю.А. Загрязнение окружающей среды в регионах России в начале XXI века. М.: ООО "ПОЛИГРАФ-ПЛЮС", 2019. 232 с.

Features of the Distribution of Waste and Return Water in European Russia

K. V. Lukyanov¹, * and N. I. Koronkevich¹¹Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

*e-mail: lukyanov@igras.ru

The features of the spatial and temporal distribution of industrial and household waste and return (after irrigation) waters in the European part of the country are considered. The study is based on the data of water management statistics for the constituent entities of Russia and federal districts. Shown is their contribution to the total volume of waste and return water in the European part of the country. The specific indicators of waste and return waters are calculated—the ratio of their volume to the value of river runoff, the area of the region, and the population. The structure of water use is shown taking into account five federal districts, which revealed the predominance of water use for industrial needs in comparison with irrigation and household and drinking needs. The share of polluted wastewater in the total amount of wastewater in the context of federal districts and subjects has been calculated. The predominance in most cases of polluted waste and return water in their total amount compared with the normatively treated is shown. The multiplicity of dilution of wastewater by the resources of the total river runoff was calculated, which may reflect the degree of pollution of water bodies. The features of spatial differentiation are determined, for example, an increase in the load on water resources in the direction from north to south. A decrease in the overall water intake and the volume of waste and return waters in recent decades has been revealed, which, judging by the frequency of their dilution by the general resources of river flow (local and transit), did not contribute to a radical improvement in the quality of water in rivers and reservoirs.

Keywords: waste and return water, water intake, river runoff resources, water quality, dynamics, European part of Russia, federal districts, regions

REFERENCES

- Chernogaeva G.M., Zhadanovskaya E.A., Zhuravleva L.R., Malevanova Yu.A. *Zagryaznenie okruzhayushchei sredy v regionakh Rossii v nachale XXI veka* [Environmental Pollution in the Regions of Russia at the Beginning of the XXI Century]. Moscow: Poligraf-Plus Publ., 2019. 232 p.
- Demin A.P. Wastewater and water quality in the Volga river basin (2000–2015). *Uch. Zap. Ross. Gos. Gidrometeorol. Univ.*, 2017, no. 48, pp. 55–71. (In Russ.).
- Demin A.P., Ismailov G.Kh. Water use in the basin of the Upper Volga and Oka: the current state and scenarios for change. *Vodnoe Khozyaistvo Rossii*, 2002, vol. 4, no. 1, pp. 25–50. (In Russ.).
- Kirpichnikova N.V. Study of uncontrolled sources of pollution (on the example of the Ivankovsky reservoir). *Extended Abstract of Cand. Sci. (Tech.) Dissertation* Moscow: Water Problems Inst., Russ. Acad. Sci., 1992. 23 p.
- Koronkevich N.I., Zaitseva I.S., Chernogaeva G.M. et al. *Antropogennye vozdeistviya na vodnye resursy Rossii i sopredel'nykh gosudarstv v kontse XX stoletiya* [Anthropogenic Impacts on the Water Resources of Russia and Neighboring States at the End of the 20th Century]. Moscow: Nauka Publ., 2003. 366 p.

- Koronkevich N.I., Zaitseva I.S., Dolgov S.V., Yasinskii S.V. Modern anthropogenic impacts on water resources. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 1998, no. 5, pp. 55–68. (In Russ.).
- L'vovich A.I. *Zashchita vod ot zagryazneniya* [Protection of Waters From Pollution]. Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1977. 168 p.
- L'vovich M.I. *Mirovye vodnye resursy i ikh budushchee* [World Water Resources and Their Future]. Moscow: Mysl' Publ., 1974. 228 p.
- L'vovich M.I. *Voda i zhizn': Vodnye resursy, ikh preobrazovanie i okhrana* [Water and Life: Water Resources, Their Transformation and Protection]. Moscow: Mysl' Publ., 1986. 256 p.
- Laskorin B.N., Gromov B.V., Tsygankov A.P., Senin V.N. *Problemy razvitiya bezotkhodnykh proizvodstv* [Problems of Development of Non-Waste Industries]. Moscow: Stroiizdat Publ., 1981. 207 p.
- Lemeshev M.Ya. *Poka ne pozdno: Razmyshleniya ekonomista-ekologa* [Before It's Too Late: Reflections of An Environmental Economist]. Moscow: Molodaya Gvardiya Publ., 1991. 240 p.
- Randolf R. *Chto delat' so stochnymi vodami* [What to Do with Waste Water]. Karyukhina T.A., Ed. Moscow: Stroiizdat Publ., 1987, 2nd ed. 120 p.