

МНОГОЛЕТНЯЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОДЫ И СОСТОЯНИЯ РЕЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ РАЗЛИЧНЫХ ШИРОТНЫХ ЗОН ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

© 2016 г. А. М. Никаноров**, Л. И. Минина*, В. А. Брызгалов*, Л. С. Косменко*,
М. Ю. Кондакова*, О. С. Решетняк*, А. О. Даниленко*

*Гидрохимический институт

**Южный отдел Института водных проблем РАН

344090 Ростов-на-Дону, просп. Стачки, 198

E-mail: l.kosmenko@gidrohim.com

Поступила в редакцию 24.10.2014 г.

Представлены результаты оценки многолетней изменчивости загрязненности воды и состояния более двухсот водных объектов (или их участков) в различных широтных зонах на территории Европейской части России. В соответствии с широтной зональностью выявлены пространственно-временные тенденции изменчивости качества воды и состояния водных объектов. По загрязненности воды большинства речных экосистем (или их участков) характеризуются градациями “загрязненная” и “очень загрязненная”, “очень загрязненная” и “грязная”, “грязная” и “очень грязная”. В последнее десятилетие отмечается тенденция улучшения качества вод. Более 50% исследованных речных экосистем находится в состоянии переходном от “естественного” (и/или “равновесного”) к “кризисному”.

Ключевые слова: речные экосистемы, качество воды, градации загрязненности воды, состояние речных экосистем, широтная зональность.

DOI: 10.7868/S0321059616050102

Антропогенное воздействие на водные объекты России приводит к изменению качества водной среды и нарушению их функционирования. Достаточно сложно выделить водотоки, не подвергшиеся внешнему воздействию (прямому или косвенному). При этом их экологическое состояние определяется природными и антропогенными факторами.

Большое значение приобретает оценка изменчивости качества воды и состояния водных объектов с учетом природных особенностей их функционирования в условиях антропогенной нагрузки, особенно в многолетнем аспекте [6, 7].

Данная работа посвящена оценке многолетней изменчивости загрязненности воды (качества воды) и состояния речных экосистем различных широтных зон Европейской части России (ЕЧР). Полученные результаты могут быть использованы для решения в дальнейшем таких практических задач, как оценка качества воды водных объектов и состояния водных экосистем, особенно для водных объектов, подверженных длительному хроническому загрязнению.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для объективной оценки пространственно-временной изменчивости качества воды и состояния речных экосистем использована многолетняя (с 1980 по 2012 г.) режимная гидрохимическая информация государственной службы наблюдений (ГСН). Уникальность базы данных Росгидромета обуславливается едиными методами отбора и анализа проб воды, широким охватом режимными наблюдениями водных объектов, оптимизированными внутри- и межгодовыми сроками отбора проб, широким набором перечня показателей, определяемых на сети при анализе состояния поверхностных вод.

Объекты исследования – более двухсот речных экосистем в различных широтных зонах ЕЧР (табл. 1) со сложным многокомпонентным составом воды, изменяющимся во времени и пространстве. Подразделение участков рек по широтным зонам проведено на основе карты физико-географического районирования Геопортала МГУ им. М.В. Ломоносова [3]. В работе использована информация о химическом составе водной среды на 13 реках в зонах тундры

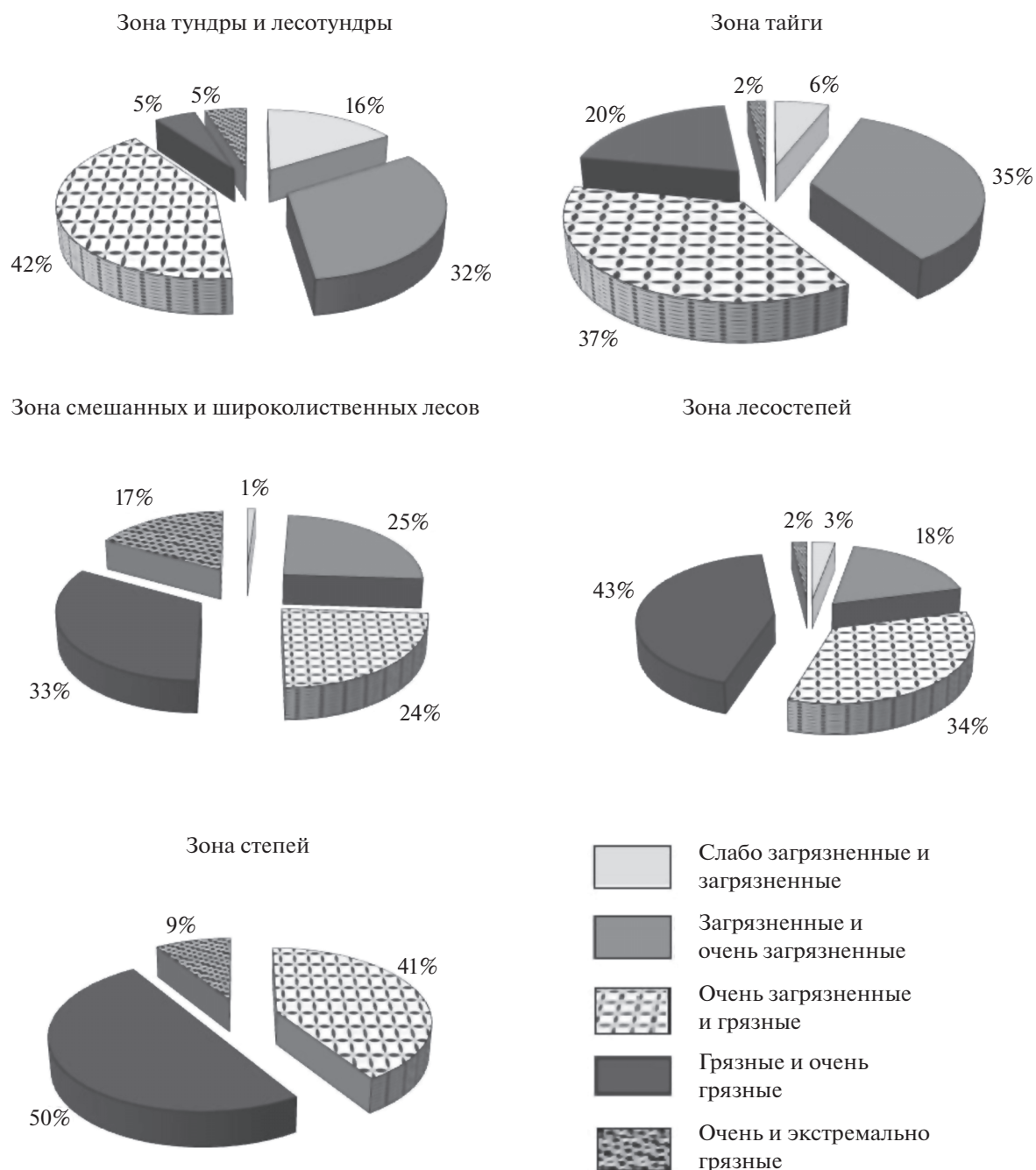


Рис. 1. Количество, %, водных объектов с различной загрязненностью воды в различных широтных зонах ЕЧР.

и лесотундры (17 пунктов наблюдений), на 68 реках в зоне тайги (89 пунктов), на 47 реках в зоне смешанных и широколиственных лесов (65 пунктов), на 37 реках в зоне лесостепей (56 пунктов) и на 28 реках в зоне степей (40 пунктов). Всего исследовано 193 реки (267 пунктов), расположенных в различных широтных зонах ЕЧР в целом за 1980–2012 гг. и по пятилетним периодам (рис. 1–3).

Качество воды исследуемых речных экосистем характеризовали методом комплексной оценки загрязненности водной среды, который позволяет скалярной величиной однозначно оценить загрязненность водной среды одновременно по широкому перечню ингредиентов и показателей качества воды и классифицировать ее загрязненность [10].

Расчет комплексных показателей дает возможность формализовать процессы анализа, обобще-

Таблица 1. Речные экосистемы ЕЧР по широтным зонам (хут. – хутор, р.п. – рабочий поселок, сл. – слобода)

Река	Пункт наблюдений	Река	Пункт наблюдений
Зоны тундры и лесотундры			
Адзъва	д. Харута	Печора	г. Нарьян-Мар
Вирма	с. Ловозеро	Поной	с. Краснощелье
Кола	г. Кола	Роста	г. Мурманск
Лая	ГМС Мишвань	Сула	д. Коткино
Лотта	устье	Териберка	60 км Серебрянской а/д
Патсо-Йоки	Борисоглебская ГЭС, пгт Кайтакоски	Ура	с. Ура-Губа
Печенга	пос. Корзуново, ст. Печенга	Уса	ст. Сейда, с. Адзъва, с. Усть-Уса
Зона тайги			
Белая	г. Апатиты	Молома	с. Спасское
Большая Инта	г. Инта	Мудьюга	д. Патракеевская
Вага	г. Вельск д. Глуборецкая	Нева	г. Кировск; устье р. Ижора д. Новосаратовка
Ветлуга	г. Ветлуга	Неглинка	г. Петрозаводск
Вига	с. Серебряный Брод	Нея	д. Буслаево
Виледь	д. Инаевская	Нюдуай	г. Мончегорск
Вите	устье	Обва	пос. Рождественск
Вишера	пос. Рябинино, д. Лунь	Олонка	г. Олонец
Водла	г. Пудож	Онега	г. Каргополь, с. Порог
Вологда	г. Вологда	Оредеж	г. Североонежск
Волошка	пос. Волошка	Охта	д. Моровино
Волхов	города Кириши, Великий Новгород	Пеза	г. Санкт-Петербург
Волчья	д. Варшко	Печора	д. Якша, п. Троицко- Печорск, г. Печора
Вува	устье		с. Усть-Цильма
Вымь	д. Усть-Зада	Пижма	г. Советск
Вычегда	д. Гавриловка	Пинега	с. Кулогоры, с. Усть-Пинега
Вятка	города Киров, Вятские Поляны	Плюсса	г. Сланцы
Золотица	д. Верхняя Золотица	Свирь	г. Лодейное Поле
Илыч	пос. Приуральск	Северная Двина	г. Великий Устюг
Ижма	г. Сосногорск		д. Красавино, с. Усть-Пинега
Ижора	г. Санкт-Петербург		г. Новодвинск
Кама	р.п. Гайны	Сухона	города Сокол, Тотьма, Великий Устюг; устье р. Пельшма
Кемь	г. Кемь	Сысола	пос. Первомайский
Кереть	а/д мост	Сясь	г. Сясьстрой
Керженец	с. Хахалы	Тихвинка	г. Тихвин
Кильмезь	д. Вичмарь	Тосна	пос. Усть-Тосно
Кожва	с. Усть-Кожва	Умба	Рыбоводный завод
Колва	г. Чердынь	Унжа	г. Мантурово
Колода	д. Кубовская	Ухта	г. Ухта
Кострома	г. Буй, с. Исады	Чагодоша	с. Мегрино
Кубена	д. Савинская	Чепца	с. Полом, г. Кирово-Чепецк
Локчим	с. Лопыдино		

Таблица 1. Продолжение

Река	Пункт наблюдений	Река	Пункт наблюдений
Луга	города Луга, Кингисепп	Цильма	с. Трусово
Мга	пос. Павлово	Шуя	пос. Шуя
Можель	г. Ковдор	Юг	д. Пермас
Молога	пос. Максатиха, г. Устюжна	Яренга	с. Тохта
Зона смешанных и широколиственных лесов			
Алатырь	с. Мадаево, г. Алатырь	Неман	г. Советск
Анграпа	д. Берестово	Нерская	г. Куровское
Быстрый	г. Чернушка	Нерусса	г. Дмитровск
Танып	—	Ока	города Орел, Калуга, Павлово, Серпухов, Кашира, Коломна, Касимов, Муром, Дзержинск
Великая	г. Опочка	Пахра	д. Нижнее Мячково
Вопь	г. Ярцево	Пекша	г. Кольчугино
Воря	г. Красноармейск	Писса	д. Зеленый Бор
Вятка	устье	Пра	устье
Гусь	с. Милушево	Преголя	города Черняховск, Гвардейск, Калининград
Днепр	г. Смоленск	Проня	д. Быково
Жиздра	г. Козельск	Протва	г. Обнинск
Истра	д. Павловская Слобода	Пьяна	с. Камкино
Казанка	г. Казань	Свапа	г. Дмитриев
Кама	г. Чайковский	Снежать	г. Брянск
Клязьма	города Щелково, Павловский Посад, Орехово-Зуево Владимир, Ковров	Сож	пгт Хиславичи
Которосль	г. Гаврилов-Ям	Судогда	г. Судогда
Лава	г. Знаменск	Судость	города Почеп, Погар
Мера	пос. Долматовский	Сура	г. Ядрин
Меша	с. Пестрецы	Тверца	г. Тверь
Мокша	г. Темников	Теза	г. Шуя
Москва	г. Звенигород, д. Нижнее Мячково, города Воскресенск, Коломна	Теша	д. Натальино
Навля	г. Навля	Увоть	г. Иваново
Нара	г. Серпухов	Угра	пос. Куровской
		Уфа	г. Красноуфимск
		Череха	г. Псков
Зона лесостепей			
Белая	города Дюртюли, Салават, Уфа, Бирск	Ока	города Белев, Алексин
Битюг	г. Бобров	Оскол	г. Старый Оскол, пгт Волоконовка
Большой	пгт Тимашево,	Пселл	г. Обоянь
Кинель	г. Отрадный	Самара	г. Самара
Большой	г. Димитровград,	Свияга	г. Ульяновск
Черемшан	пгт Новочеремшанск	Сейм	города Курск, Льгов, Рыльск, р.п. Теткино
Быстрая Сосна	г. Ливны	Сельда	г. Ульяновск
Быстрый	д. Алтаево	Сок	р.п. Сергиевск
Танып			

Таблица 1. Окончание

Река	Пункт наблюдений	Река	Пункт наблюдений
Ворона	г. Уварово	Сосна (Быстрая	г. Елец
Воронеж	г. Липецк	Сосна)	
Дема	г. Уфа	Степной Зай	города Альметьевск,
Дон	города Данков, Задонск,		Лениногорск
	Донской, Воронеж, Лиски	Суджа	сл. Замостье
Зай (Бугульминский)	г. Бугульма	Сура	р.п. Сурское, г. Пенза
Ик	г. Октябрьский	Сызрань	с. Репьевка
Инзер	д. Азово	Тихая Сосна	города Острогжск,
Инсар	города Саранск, Рузаевка		Алексеевка
Кондурча	с. Красный Яр	Тускарь	г. Курск
Красивая Меча	г. Ефремов	Упа	г. Тула
Кубня	с. Чутеево	Уфа	г. Уфа
Лесной	г. Мичуринск	Хопер	г. Борисоглебск
Воронеж		Цна	города Тамбов, Моршанск
Зона степей			
Адагум	г. Крымск	Кундрючья	г. Красный Сулин
Большой Ик	с. Спасское	Лаба	г. Лабинск
Большой	г. Пугачев	Маньч	ст. Маньчская
Иргиз		Миус	пгт Матвеев Курган
Большой Узень	г. Новоузенск	Сал	устье
Бузулук	с. Перевозинка	Сакмара	г. Оренбург
Дон	города Павловск, Серафимович,	Самара	г. Бузулук
	Калач-на-Дону,	Северский	г. Белая Калитва,
	Семикаракорск,	Донец	р.п. Усть-Донецкий
	ст. Раздорская,	Сердоба	г. Сердобск
	г. Ростов-на-Дону,	Средний	г. Сальск
	хут. Колузаево, г. Азов	Егорлык	
Илек	пос. Веселый	Ток	с. Ероховка
Кагальник	устье	Урал	города Орск, Оренбург
Калаус	г. Светлоград	Чапаевка	г. Чапаевск
Кирпили	ст. Кирпильская	Чагра	с. Новотулка
Кубань	города Кропоткин, Краснодар,	Черная	г. Россось
	хут. Тиховский, г. Темрюк	Калитва	
Кума	г. Зеленокумск		

ния, оценки аналитической информации о химическом составе воды и трансформировать ее в относительные показатели, комплексно оценивающие загрязненность и качество воды водных объектов.

Значения удельного комбинаторного индекса загрязненности воды позволяют классифицировать степень загрязненности с постепенным переходом ее градаций от “условно чистой” до “экстремально грязной” [10].

Для оценки качества воды используются наиболее характерные для большинства речных эко-

систем гидрохимические показатели: хлориды, сульфаты, легкоокисляемые органические вещества (ОВ), определяемые по биохимическому потреблению кислорода (БПК₅), N нитритный и аммонийный, нефтепродукты, фенолы, соединения Fe, Cu, Zn, Ni, Mn и др. [10].

Оценка состояния речных экосистем (или их участков) проведена в соответствии с Р 52.24.661-2004 [9] по таким гидрохимическим показателям, как легкоокисляемые ОВ, определяемые по БПК₅, и N аммонийный. Критерии изменчивости указан-

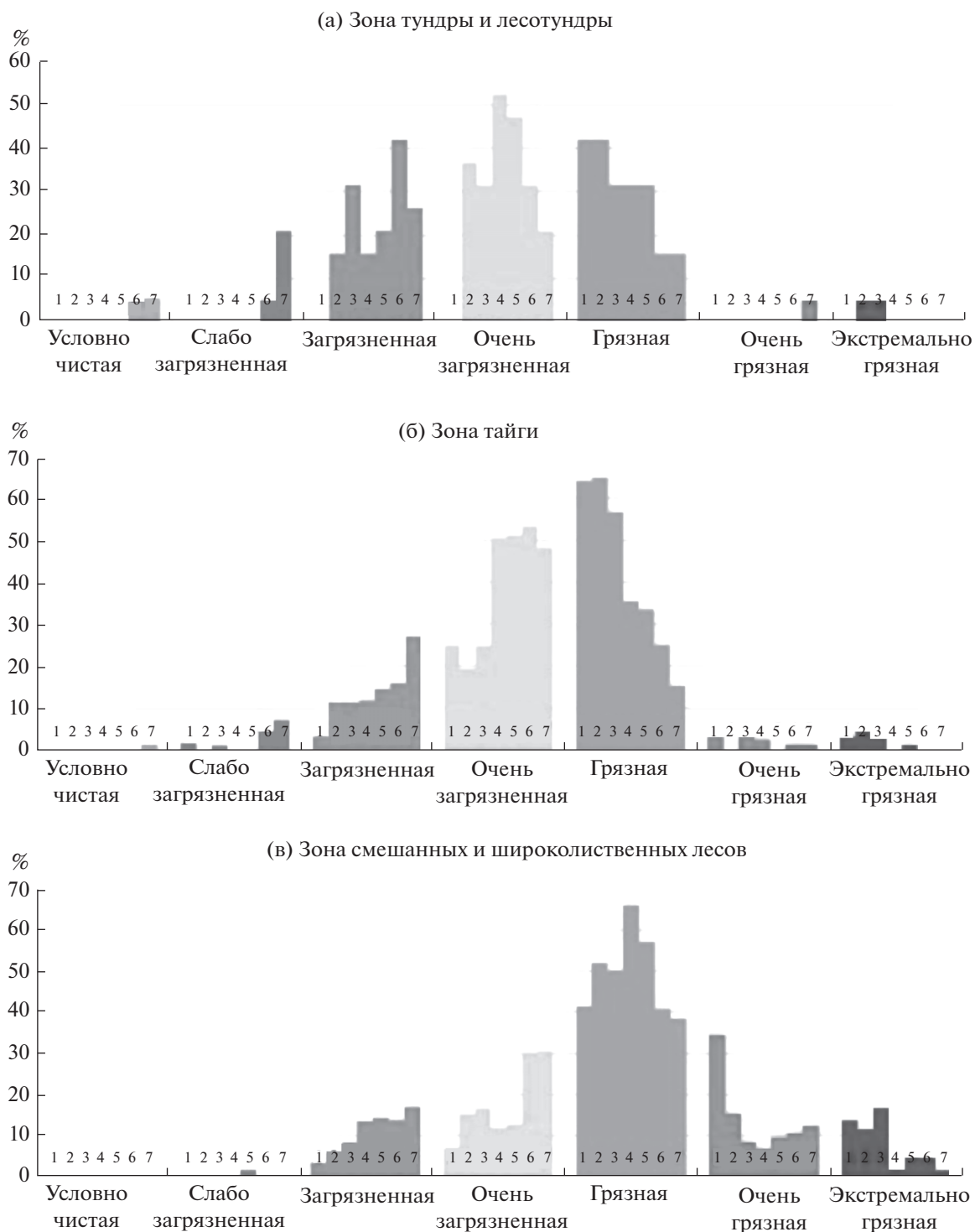


Рис. 2. Изменчивость (доля, %, в общем количестве) количества водных объектов с различной загрязненностью водной среды по широтным зонам на территории ЕЧР: 1 – 1980–1984, 2 – 1985–1989, 3 – 1990–1994, 4 – 1995–1999, 5 – 2000–2004, 6 – 2005–2009, 7 – 2010–2012 гг.

ных гидрохимических показателей установлены авторами ранее на основе многолетних исследований и приведены в табл. 2. Состояние водных экосистем при этом классифицировалось как “естественное” (не нарушенное антропогенным

воздействием); “равновесное” (скорость внутриводных биохимических процессов восстановления экосистемы превышает темпы антропогенных нарушений); “кризисное” (скорость внутриводных биохимических процессов восстановления эко-

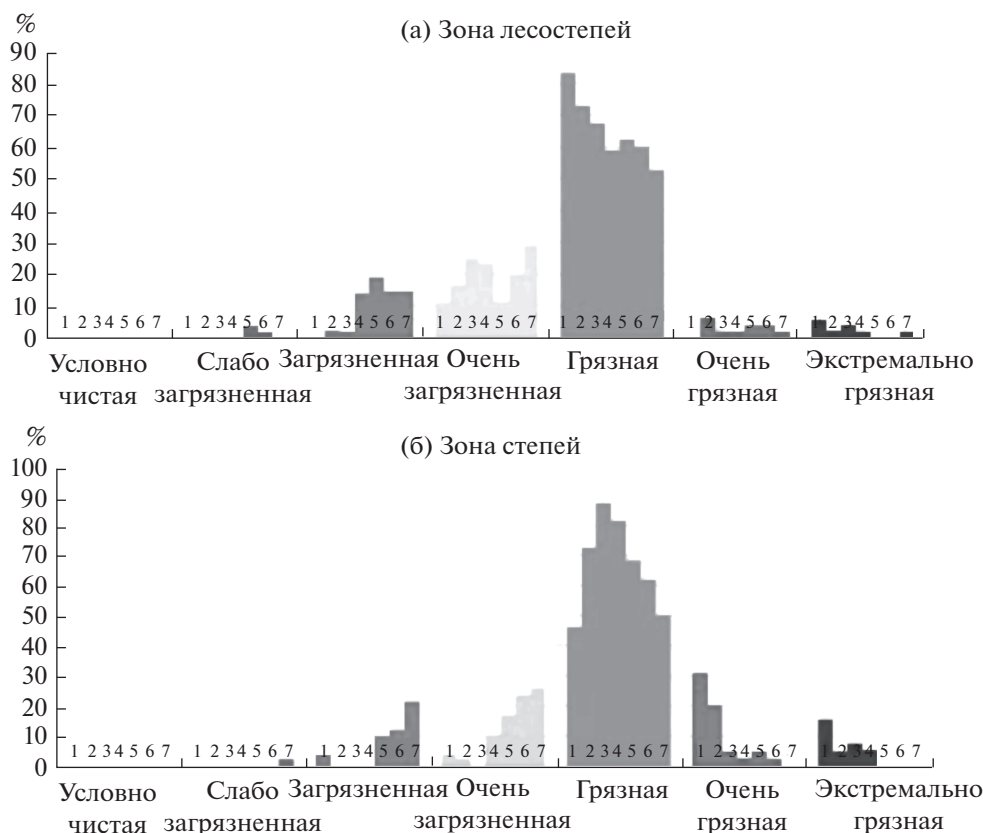


Рис. 3. Изменчивость (доля, %, в общем количестве) количества водных объектов с различной загрязненностью водной среды по широтным зонам на территории ЕЧР в зонах лесостепей и степей: 1 – 1980–1984, 2 – 1985–1989, 3 – 1990–1994, 4 – 1995–1999, 5 – 2000–2004, 6 – 2005–2009, 7 – 2010–2012 гг.

системы ниже темпов антропогенных нарушений); “критическое” (возможна обратимая замена природных экологических систем на измененные по трофности, сапробности и биологической продуктивности пресноводные экосистемы); “катастрофическое” (необратимый процесс перехода пресноводных экосистем в новое состоя-

ние по трофности, сапробности и биологической продуктивности) [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Территория Российской Федерации в северной части Евразии находится в арктическом, суб-

Таблица 2. Классификатор состояния водных экосистем [9] (н.о. – ниже предела обнаружения, т.е. ниже нижней границы диапазона измерений)

Состояние экосистемы	Диапазоны модальных интервалов вариационных рядов абиотических параметров состояния водных экосистем		
	минимальные значения растворенного O ₂ , мг O ₂ /дм ³	легкоокисляемые ОВ (по БПК ₅), мг O ₂ /дм ³	аммонийный N, мг N/ дм ³
Естественное	>6.00	от 0.10 до 1.00	от н.о. до 0.10
Равновесное	до 4.00–6.00	от 0.50 до 2.00	от н.о. до 0.50
Кризисное	до 2.00–3.90	от 2.10 до 4.00	свыше 0.50 до 1.0
Критическое	до 1.00–1.90	от 4.10 до 7.00	свыше 1.10–3.00
Катастрофическое	<1.00	>7.00	>3.00

арктическом, умеренном и частично в субтропическом климатических поясах. Ее преобладающая часть расположена в умеренном поясе. Наиболее полный спектр природных зон отличает ЕЧР: тундры, лесотундры, тайги, смешанных и широколиственных лесов, лесостепей, степей, полупустынь и пустынь [4, 5]. Природные условия на такой огромной территории чрезвычайно разнообразны и большинству из них свойственна широтная зональность. В каждой зоне протекают свои процессы обмена вещества и энергии, а также формирования типов климата, современного рельефа, поверхностных и грунтовых вод, растительного и животного мира. Однако все процессы определяет в основном соотношение тепла и влаги [8].

Химический состав поверхностных вод также имеет выраженное широтное распределение, поскольку формируется под действием следующих зональных факторов [1]:

- количество, интенсивность и химический состав атмосферных осадков;
- радиационный баланс территории;
- валовая увлажненность почвы и грунта, их фильтрационные свойства;
- промерзание грунта и толщина снежного покрова зимой;
- химический состав почв и грунтов, растворимость его компонентов.

Зональность характерна и для водного баланса речных водосборов, что является важным гидрологическим фактором формирования химического состава поверхностных вод за счет процессов водообмена и растворения компонентов почв [2].

Каждой природной зоне свойственна определенная степень ее водообеспеченности. С изменением географического ландшафта изменяются густота речной сети, водоносность рек, количество рек и озер, степень заболоченности и глубина залегания подземных вод. Следовательно, по географическому ландшафту в известной мере можно судить и о качественных и количественных параметрах, присущих его природным водам [11].

Каждая из упомянутых зон характеризуется своими индивидуальными гидрологическими показателями, и поэтому они могут быть разделены на соответствующие гидрологические зоны [12]: 1) зона тундры, или влажная (сырая); 2) зона лесная, или избыточно влажная; 3) зона лесостепи, или переменнo влажная; 4) зона степи и полупустыни, или полусухая; 5) зона пустыни, или сухая.

В работе использованы принципы физико-географического районирования, изложенные в [4, 13]. Обобщение и анализ многолетней (за 1980–2011 гг.) режимной гидрохимической информации ГСН позволили оценить изменчивость состояния речных экосистем в различных широт-

ных зонах с учетом компонентного состава водной среды. Результаты обобщения этой многолетней информации показали заметную пространственную неоднородность состояния речных экосистем по степени загрязненности их водной среды.

Установлено, что загрязненность речных вод в зонах тундры, лесотундры и тайги характеризуется преобладающими градациями “очень загрязненная” и “грязная” (37–42%), а в зонах смешанных и широколиственных лесов, лесостепей, степей — “грязная” и “очень грязная” (33–50%) (рис. 1). Изменчивость количества водных объектов с различной степенью загрязненности водной среды внутри каждой зоны за исследуемый период по пятилетиям приведена на рис. 2 и 3.

Исследуемые речные воды в зонах тундры и лесотундры, характеризующиеся градациями загрязненности “условно чистая” и “слабо загрязненная”, зафиксированы только с 2005 г. Большинство рассмотренных водных объектов имели градации загрязненности воды “загрязненная”, “очень загрязненная” и “грязная”. В новом тысячелетии доля водных объектов с “загрязненной” водой увеличивается, а с “очень загрязненной” и “грязной” — уменьшается. Категория качества воды “экстремально грязная” не наблюдалась с 1995 г. (рис. 2а).

Проведенный анализ изменчивости загрязненности водной среды речных экосистем в различных зонах по семи пятилетним периодам позволил выявить следующие тенденции. Водная среда рек в зонах тундры и лесотундры в течение всего исследуемого периода оценивается по градациям загрязненности преимущественно как “очень загрязненная” и “грязная” (с тенденцией перехода к “загрязненной”). Начиная с 2000 г. снижается количество рек, качество воды которых оценивается как “грязная”, “очень грязная” и “экстремально грязная”. Для участков рек Патсо-йоки (пгт Кайтокоски, Борисоглебская ГЭС), Ура (с. Ура-Губа) и Уса (ст. Сейда) наблюдается снижение загрязненности воды до градаций “слабо загрязненная” и “условно чистая”. Стабильно высокая загрязненность воды отмечена в реках Роста (г. Мурманск) и Сула (д. Коткино).

В зоне тайги количество водных объектов с водой “слабо загрязненной”, “загрязненной” и “очень загрязненной” к настоящему времени увеличилось, а с “грязной”, “очень грязной” и “экстремально грязной” — уменьшилось (рис. 2б). Аналогичная закономерность прослеживается для рек в зоне смешанных и широколиственных лесов (рис. 2в).

В зоне тайги градациями загрязненности воды “условно чистая” и “слабо загрязненная” характеризуются реки Кереть, Нива, Вува и Нота, а “грязная” и “экстремально грязная” — р. Ньюдай

(г. Мончегорск). В зоне смешанных и широколиственных лесов стабильно “грязная” водная среда: в р. Оке — у городов Павлово, Дзержинск, Серпухов, Кашира, Коломна, Касимов, Муром; в р. Клязьме — у городов Ковров, Владимир; в реках Судогда, Пьяна, Казанка, Меша, Алатырь, Москва — у г. Звенигорода; в р. Истре — у г. Павловская Слобода; а вода в р. Москве у д. Нижнее Мячково, городов Воскресенск, Коломна и в р. Преголе у г. Калининграда характеризуется стабильными грациями “очень грязная” и “экстремально грязная”.

В зонах лесостепей и степей преобладающее количество водных объектов характеризуется загрязненностью воды “грязная” с тенденцией улучшения качества воды в последние годы.

Качество и загрязненность воды исследуемых рек Инсар, Свияга, Сельда, Большой Черемшан, Сызрань, Сура, Дон (г. Донской), Кубня, Тихая Сосна, Сок, Кондурча, Самара, Большой Кинель, Уда, Белая, Дема, Ик стабильно оценивается грацией “грязная”. Следует отметить улучшение качества воды рек Сейм, Тускарь, Псел, Лесной Воронеж, Ока, Дон (у городов Воронеж, Лиски), Хопер — от “очень грязной” и “грязной” к “очень загрязненной” и “загрязненной”.

В зоне степей загрязненность воды рек Чагра, Большой Иргиз, Большой Узень, Северский Донец, Кундрючья, Сал, Маныч, Кагальник, Сердоба стабильно характеризуется грацией “грязная”. Прослеживается тенденция улучшения качества воды от “грязной” к “очень загрязненной” в реках Кубань, Дон, Лаба, Адагум, Самара, Ток, Бузулук, Урал, Сакмара, Большой Ик, Илек и от “экстремально грязной” к “грязной” в реках Чапаевка, Средний Егорлык, Миус.

Таким образом, анализ изменчивости загрязненности вод исследуемых водных объектов в различных широтных зонах по семи пятилетним периодам показал устойчивую закономерность улучшения качества воды для большинства исследуемых речных экосистем во временном аспекте.

Изменение загрязненности водной среды рек происходит за счет повышения или понижения содержания в ней, в первую очередь, легко- и трудноокисляемых ОВ, минеральных форм N, фенолов, нефтепродуктов и соединений Fe, Cu, Zn, Ni, Mn, реже — концентраций хлоридов, сульфатов, лигносульфонатов, соединений Pb, Mo и Cd, а также фторидов, фосфатов и дитиофосфата.

Загрязненность водной среды обуславливается в основном загрязняющими веществами. На состояние водных экосистем существенно влияет изменчивость содержания ОВ и биогенных веществ в составе воды. С учетом этого обстоятельства, в соответствии с Р 52.24.661-2004 проведена оценка состояния водных экосистем по инте-

гральным показателям (N аммонийный и БПК₅) по многим участкам рек, в частности на 17 участках в зоне тундры и лесотундры, на 89 — в зоне тайги, на 65 — в зоне смешанных и широколиственных лесов, на 56 — в зоне лесостепей, на 40 — в зоне степей.

Все исследуемые речные экосистемы сгруппированы по их состоянию от “естественного” и “равновесного” до переходного из “равновесного” и “кризисного” в “критическое” или “катастрофическое”. Распределение количества речных экосистем (или их участков) в различных состояниях на территории ЕЧР представлено на рис. 4: большинство из них находится в переходном состоянии от “естественного” (и/или “равновесного”) к “кризисному”.

На рис. 5 представлено распределение по широтным зонам количества речных экосистем (или их участков), находящихся в различных состояниях. В направлении с севера на юг (в соответствии с широтной зональностью) четко прослеживается уменьшение количества водных объектов, находящихся в “естественном” (и/или “равновесном”) состоянии, и увеличение количества водных объектов в переходных состояниях — от “естественного” (или “равновесного”) к “кризисному” (или “критическому”), а также от “равновесного” (и/или “кризисного”) к “критическому” (или “катастрофическому”).

В “естественном” (и/или “равновесном”) состоянии находятся следующие исследованные водные объекты и их участки:

участки рек Адзьва, Лая, Лотта, Патсо-йоки, Печенга, Поной, Ура, Териберка, Уса (ст. Сейда) (зона тундры и лесотундры);

участки рек Вага, Ветлуга, Вите, Вишера, Вува, Ена, Золотица, Илыч, Кемь, Кереть, Керженец, Кильмезь, Ковдора, Колва, Кубена, Луга, Мозель, Молога, Молома, Мудьюга, Нева (г. Кировск), Нива, Нота, Обва, Олонка, Онега (с. Порог), Оредеж, Печора (д. Якша, с. Усть-Цильма), Пижма, Плюсса, Поньгома, Северная Двина (г. Великий Устюг), Унжа, Тихвинка, Чепца (г. Кирово-Чепецк) (зона тайги);

участки рек Кама (г. Чайковск), Проня, Тверца, Угра, Уфа (г. Крансоуфимск) (зона смешанных и широколиственных лесов);

участки рек Ворона, Дема, Инзер, Красивая Меча, Ока (г. Алексин), Уфа, Цна (г. Моршанск) (зона лесостепей);

участки рек Лаба и Кубань (г. Кропоткин, хут. Тиховский, г. Темрюк) (зона степей).

Переходным от “естественного” (или “равновесного”) к “кризисному” состоянию характеризуются реки и участки рек:

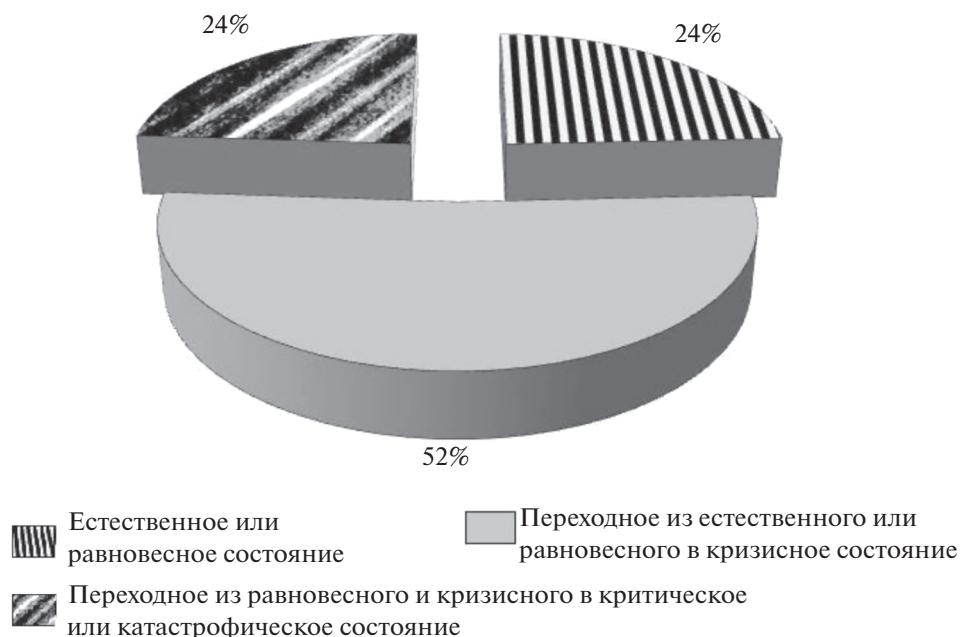


Рис. 4. Распределение (доля, %, в общем количестве) количества речных экосистем по их состояниям на территории ЕЧР.

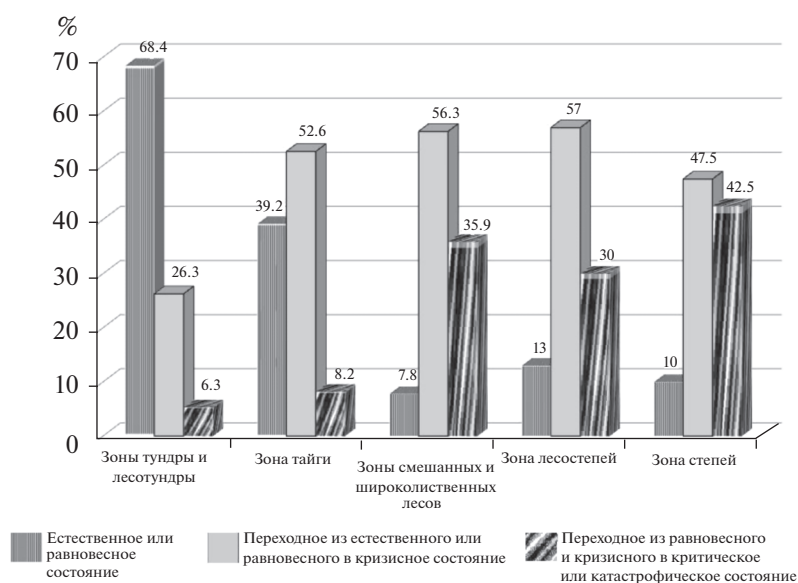


Рис. 5. Распределение (доля, %, в общем количестве) количества водных объектов по широтным зонам на территории ЕЧР, находящихся в различных состояниях.

Вирма, Кола, Печора (г. Нарьян-Мар), Сула, Уса (с. Адзьва, с. Усть-Уса) (зона тундры и лесотундры);

Белая, Большая Инта, Вага, Вига, Виледь, Водла, Волхов, Волчья, Вымь, Вычегда, Вятка (города Киров, Вятские Поляны), Ижма, Ижора, Кожва, Колода, Кострома, Локчим, Нева (устье р. Ижора, д. Новосаратовка), Неглинка, Нея,

Онега (города Каргополь, Североонежск), Пеза, Печора (пос. Троицко-Печорск, г. Печора), Пинега, Свирь, Северная Двина (д. Красавино, с. Усть-Пинега, г. Новодвинск), Сухона, Сысола, Тосна, Умба, Унжа, Ухта, Чагодыша, Чепца (с. Полом), Цильма, Шуя, Юг, Яренга (зона тайги);

Алатырь, Анграпа, Быстрый Тапып (г. Чернушка), Великая, Вопь, Вятка (устье), Жиздра,

Истра, Казанка, Которосль, Лава, Мера, Меша, Мокша, Москва (г. Звенигород), Навля, Нерусса, Ока (города Орел, Павлово, Муром, Калуга), Пекша, Писса, Пра, Преголя, Протва, Пьяна, Снежить, Сож, Судога, Судость, Сура (г. Ядрин), Череха (зона смешанных и широколиственных лесов);

Белая, Битюг, Большой Черемшан, Быстрая Сосна, Быстрый Тапып (д. Алтаево), Воронеж, Дон (города Данков, Задонск, Воронеж, Лиски), Ик, Кубня, Лесной Воронеж, Ока (г. Белев), Псел, Сейм (города Льгов, Рыльск, р.п. Теткино), Сельда, Сосна, Суджа, Сура (р.п. Сурское), Тихая Сосна, Тускарь, Хопер, Цна (г. Тамбов) (зона лесостепей);

Большой Ик, Большой Иргиз, Большой Узень, Бузулук, Дон (города Павловск, Семикаракорск), Илек, Кубань (г. Краснодар), Кума, Кундрючья, Маныч, Сакмара, Самара (г. Бузулук), Северский Донец (р.п. Усть-Донецкий), Сердоба, Средний Егорлык, Ток, Урал (зона степей).

В переходном состоянии от “естественного” (и/или “равновесного”) к “критическому” находятся участки рек:

Вологда, Волошка, Мга, Ньюдауй, Нюхча, Охта, Сясь (зона тайги);

Гусь, Днепр, Клязьма (г. Ковров), Москва (г. Коломна), Нара, Неман, Нерская, Ока (города Дзержинск, Серпухов, Кашира, Коломна, Касимов), Пахра, Свапа, Теза, Теша, Увось (зона смешанных и широколиственных лесов);

Большой Кинель, Дон (г. Донской), Инсар (г. Рузаевка), Кондурча, Оскол, Самара (г. Самара), Свияга, Сейм (г. Курск), Сок, Степной Зай, Сура (г. Пенза), Сызрань (зона лесостепей);

Адагум, Дон (города Серафимович, Калач-на-Дону, ст. Раздорская, г. Ростов-на-Дону, хут. Колузаево, г. Азов), Кагальник, Калаус, Кирпили, Миус, Сал, Северский Донец (г. Белая Калитва), Терек, Чагра, Чапаевка, Черная Калитва (зона степей).

Незначительное количество составляют водные объекты, функционирующие в состоянии, переходном от “равновесного” (и/или “кризисного”) к “критическому”, реже – “катастрофическому”. К таковым относятся участки рек: Роста (г. Мурманск) (зона тундры и лесотундры), Клязьма (города Владимир, Шелково, Павловский Посад, Орехово-Зуево), Москва (г. Воскресенск) (зона смешанных и широколиственных лесов) и Инсар (г. Саранск), Упа, Зай (зона лесостепей).

Внутризональное распределение речных экосистем по загрязненности и состоянию водной среды представлено в табл. 3. В зонах тундры и лесотундры наибольшее (>50%) количество водных объектов или их участков находится в “естествен-

ном” и “равновесном” состоянии при грациях загрязненности воды от “слабо загрязненная” до “очень загрязненной”. Для речных экосистем, находящихся в переходном к “кризисному” состоянии, увеличивается загрязненность их водной среды.

В зоне тайги загрязненность воды речных экосистем, находящихся в “естественном” и “равновесном” состоянии, варьирует значительно (от “слабо загрязненной” и “загрязненной” до “грязной” и “очень грязной”). Наибольшее (>30%) количество водных объектов или их участков находится в переходном состоянии от “естественного” и “равновесного” к “кризисному”, и вода в них характеризуется грациями “загрязненная” и “очень загрязненная”.

Совершенно иная картина распределения водных объектов наблюдается в зонах смешанных и широколиственных лесов, лесостепей и степей. В этих зонах наибольшее (40–50%) количество водных объектов или их участков находится в состоянии, переходном от “естественного” (и “равновесного”) к “кризисному” и “критическому”, и вода в них характеризуется грациями “грязная” и “очень грязная”. Для каждой из этих зон характерно малое количество речных экосистем в “естественном” и “равновесном” состоянии при грациях загрязненности воды от “слабо загрязненной” до “очень загрязненной” (табл. 3).

Таким образом, выявлена зональная изменчивость совокупности таких показателей, как загрязненность воды и состояние водной экосистемы с севера на юг увеличивается количество водных объектов или их участков, находящихся в переходном состоянии от “естественного” и “равновесного” к “кризисному” и “критическому” с повышенной загрязненностью воды.

ВЫВОДЫ

Впервые выполненные анализ и обобщение многолетней режимной гидрохимической информации ГНС позволили оценить загрязненность воды и состояние >200 водных объектов (или их участков) в различных широтных зонах на территории ЕЧР.

Вода в большей части речных экосистем или их участков имеет грации “загрязненная” и “очень загрязненная” (28.5), “очень загрязненная” и “грязная” (17.8), “грязная” и “очень грязная” (39.6%). Доля водных объектов с грациями воды “слабо загрязненная” и “загрязненная” составляет ~10%, а с грациями “очень грязная” и “экстремально грязная” <4% рассмотренных речных экосистем. В зонах тундры, лесотундры и тайги воды преобладающего количества водных объектов или их участков характеризуются града-

Таблица 3. Распределение, %, в широтных зонах ЕЧР речных экосистем по степени загрязненности водной среды и состоянию экосистем

Состояние экосистем	Степень загрязненности воды				
	слабо загрязненная и загрязненная	загрязненная и очень загрязненная	очень загрязненная и грязная	грязная и очень грязная	очень грязная и экстремально грязная
Зоны тундры и лесотундры*					
Естественное и равновесное	26.3	26.3	5.2	—	—
Переходное от естественного и равновесного к кризисному	5.2	15.8	10.5	5.2	—
Зона тайги					
Естественное и равновесное	11.95	11.95	7.61	8.69	—
Переходное от естественного и равновесного к кризисному	3.26	32.61	6.52	10.87	—
Переходное от естественного и равновесного к критическому	—	1.08	1.08	2.17	1.08
Переходное от равновесного, кризисного или критического к катастрофическому	—	—	—	—	1.08
Зона смешанных и широколиственных лесов					
Естественное и равновесное	1.58	—	3.17	4.76	—
Переходное от естественного и равновесного к кризисному	6.35	19.05	9.52	19.05	—
Переходное от естественного и равновесного к критическому	—	3.17	1.58	22.22	1.58
Переходное от равновесного, кризисного или критического к катастрофическому	—	—	—	3.17	4.76
Зона лесостепей					
Естественное и равновесное	1.78	1.78	—	8.93	—
Переходное от естественного и равновесного к кризисному	3.57	19.64	8.93	25.0	—
Переходное от естественного и равновесного к критическому	—	—	3.57	21.41	—
Переходное от равновесного, кризисного или критического к катастрофическому	—	—	—	3.57	1.78

Таблица 3. Окончание

Состояние экосистем	Степень загрязненности воды				
	слабо загрязненная и загрязненная	загрязненная и очень загрязненная	очень загрязненная и грязная	грязная и очень грязная	очень грязная и экстремально грязная
Зона степей					
Естественное и равновесное	—	—	7.50	2.50	—
Переходное от естественного и равновесного в кризисному	—	2.50	20.00	22.5	2.50
Переходное из естественного и равновесного в критическое	—	—	10.00	27.5	5.00

*р. Роста (устье) находится в состоянии, переходном из равновесного в критическое и катастрофическое.

циями “загрязненные” и “очень загрязненные”. В зонах смешанных и широколиственных лесов, лесостепей и степей большинство исследуемых речных экосистем имеют воду градации “грязная” с тенденцией увеличения ее доли при переходе к зоне степей.

В последнее десятилетие наблюдается положительная тенденция улучшения качества воды.

Прослеживается широтная зональность в уменьшении количества водных объектов в “естественном” и/или “равновесном” состоянии и увеличение количества — в переходном состоянии от “естественного” или “равновесного” к “кризисному” или “критическому”, от “равновесного” или “кризисного” к “критическому” или “катастрофическому”. При этом >50% исследованных речных экосистем на территории ЕЧР находятся в переходном состоянии от “естественного” и/или “равновесного” к “кризисному”.

Впервые проанализировать масштабные данные о качестве воды и состоянии водных экосистем за 1980–2012 гг. и сделать вышеприведенные выводы позволило обобщение режимной гидрохимической информации, содержащейся в уникальной базе режимно-справочных данных Гидрохимического института, которая содержит результаты более чем 12 млн анализов химического состава поверхностных вод суши.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ведухина В.Г., Ротанова И.Н., Цимбалей Ю.М. Оценка состояния водных объектов Западной Сибири с применением геоинформационного картографирования // Питательные воды Сибири-2010: материалы V научно-практической конференции /
2. Под ред. Винокурова Ю.И., Салдана И.П. Барнаул: Пять плюс, 2010. С. 144–157.
3. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. 2-е изд. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 235 с.
4. Геопортал МГУ. URL: <http://www.geogr.msu.ru:802/FGR/>
5. Мильков Ф.Н. Природные зоны СССР. М.: Мысль, 1977. 296 с.
6. Михайлов Н.И. Физико-географическое районирование. М.: Изд-во МГУ, 1985. 183 с.
7. Никаноров А.М., Брызгалов В.А. Пресноводные экосистемы в импактных районах России. Ростов-на-Дону: НОК, 2006. 275 с.
8. Никаноров А.М., Иванов В.В., Брызгалов В.А. Реки Российской Арктики в современных условиях антропогенного воздействия. Ростов-на-Дону: НОК, 2007. 280 с.
9. Пирожник И.И. Физическая география СНГ. Минск, 2006. 211 с.
10. Р 52.24.661-2004. Рекомендации. Оценка риска антропогенного воздействия приоритетных загрязняющих веществ на поверхностные воды суши. М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. 26 с.
11. РД 52.24.643-2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям. СПб.: Гидрометеоздат, 2003. 49 с.
12. Соколов А.А. Гидрография СССР. Л.: Гидрометеоздат, 1952. 287 с.
13. Троицкий В.А. Гидрологическое районирование СССР. Труды Комиссии по естественно-историческому районированию СССР. Т. 2. Вып. 3. М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1948. 111 с.
14. Физико-географическое районирование СССР. Характеристика территориальных единиц / Под ред. Гвоздецкого Н.А. М.: Изд-во МГУ, 1968. 578 с.