

ГИДРОЛОГИЯ СУШИ И ГИДРОХИМИЯ

УДК (556.53+502.7):332(985)

DOI: 10.30758/0555-2648-2018-64-4-365-379

РЕКИ ОПОРНЫХ ЗОН РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ И ИХ СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

В.А. БРЫЗГАЛО, М.В. ТРЕТЬЯКОВ, Е.В. РУМЯНЦЕВА*,
Е.Н. ШЕСТАКОВА, О.В. МУЖДАБА

ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия

*rev@aari.ru

RIVERS IN THE RUSSIAN ARCTIC SUPPORT ZONES AND THEIR CURRENT STATUS

V.A. BRYZGALO, M.V. TRETIKOV, E.V. RUMIANTSEVA*,
E.N. SHESTAKOVA, O.V. MUZHDABA

State Scientific Center of the Russian Federation Arctic and Antarctic Research Institute,
St. Petersburg, Russia

*rev@aari.ru

Received July, 25, 2018

Accepted September, 27, 2018

Keywords: Arctic zone, development of the Arctic, ecosystem, hydrochemical indicators, pollution degree, rivers, Russia, water resources.

Summary

Implementation of projects to create support zones is closely linked to the optimization of the system of state control over the environmental situation in the Russian Arctic. Previous studies have shown that zones of ecological disadvantage, as well as impact areas, have formed on these territories. In this regard, the urgency of developing and adapting scientific methods for monitoring the status and methods of regulating the quality of freshwater ecosystems is growing. Recent studies show that the reasons for changing the quality of freshwater ecosystems are the introduction of the substances with anthropogenic origin into the water mass and the modification of chemical components of the natural water environment, changes in its physical characteristics and other properties of the freshwater ecosystem.

The aim of this work is to assess the hydrological and environmental state of the river ecosystems in the support zones of the Russian Arctic. The analysis of the long-term regime hydrochemical information (1990–2010) of the state observation network of the Roshydromet was carried out using methods of complex indicators calculating and risk of anthropogenic impact assessments.

Variability of the water pollution degree is analyzed. Priority and critical hydrochemical indicators are identified. It is shown that the role of the anthropogenic component is currently

Citation: Bryzgalo V.A., Tretiakov M.V., Rumiantseva E.V., Shestakova E.N., Muzhdaba O.V. Rivers in the Russian Arctic support zones and their current status. *Problemy Arktiki i Antarktiki*. Arctic and Antarctic Research. 2018, 64, 4: 365–379. [In Russian]. doi: 10.30758/0555-2648-2018-64-4-365-379.

determinative in the transformation of their hydrochemical regime for the river ecosystems of the support zones under study. Their hydrochemical regime is characterized by high spatial, interannual and intra-annual variability of the component composition of the aquatic environment; formation of a higher “anthropogenically-altered natural background”; periodic accumulation in the water environment of priority pollutants to concentrations of tens of hundreds of times the maximum permissible concentrations, an increase in the frequency of cases of high and extreme high pollution.

Поступила 25 июля 2018 г.

Принята к печати 27 сентября 2018 г.

Ключевые слова: Арктическая зона, водные ресурсы, гидрохимические показатели, развитие Арктики, реки, Россия, степень загрязненности, экосистема.

Реализация проектов по созданию опорных зон Российской Арктики тесно связана с оптимизацией системы государственного контроля за экологической ситуацией, в том числе за состоянием пресноводных экосистем. Целью работы является оценка гидролого-экологического состояния речных экосистем опорных зон Российской Арктики. Анализ многолетней (1990–2010 гг.) режимной гидрохимической информации Росгидромета проводился на основе методов расчета комплексных показателей и оценки риска антропогенного воздействия. Проанализирована изменчивость степени загрязненности вод, выявлены приоритетные и критические гидрохимические показатели. Показано, что для речных экосистем роль антропогенной составляющей является в настоящее время определяющей при трансформации их гидрохимического режима.

ВВЕДЕНИЕ

Комплексное развитие Российской Арктики является стратегически важной задачей страны. Ее достижение связано с формированием новых промышленных районов и развитием транспортной инфраструктуры, в том числе Северного морского пути. Современные вызовы освоения Арктики мотивируют отечественную науку и промышленность ускоренно двигать научно-технический прогресс. При этом развитие обширных арктических территорий должно происходить с учетом экологических требований и интересов защиты среды обитания и традиционного уклада жизни коренных малочисленных народов Севера.

Для повышения уровня социально-экономического развития Арктической зоны РФ (АЗРФ) была утверждена государственная программа РФ «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации», в которую включена подпрограмма 1 «Формирование опорных зон развития и обеспечение их функционирования, создание условий для ускоренного социально-экономического развития Арктической зоны Российской Федерации» [1]. Современная административно-территориальная граница АЗРФ определена по границам северных субъектов и их частей [2].

Следует обратить внимание на то, что Арктическая зона — уникальная территория страны, которая в силу своего географического и геостратегического расположения не нуждается в развитии всей территории равномерно. Поэтому первоочередной задачей определена разработка комплексных проектов по созданию опорных зон АЗРФ. Опорная зона не просто некая территория с особым режимом льготного ведения хозяйственной деятельности, а территория каркаса пространственного развития региона в целом.

В настоящее время определены восемь опорных зон развития на территории Российской Арктики: Кольская, Архангельская, Ненецкая, Воркутинская, Ямало-



Рис. Карта Российской Арктики с выделением опорных зон и значимых рек.

1 — субъекты РФ, входящие в состав Арктической зоны; 2 — административно-территориальная граница АЗРФ; 3 — водноресурсная (водноэкологическая) граница АЗРФ; 4 — значимые реки опорных зон АЗРФ; 5 — населенные пункты; 6 — пункты гидрохимических наблюдений; 7 — опорные зоны

Fig. Map of the Russian Arctic with the identification of support zones and the significant rivers

1 — the federal subjects of Russia that are part of the Arctic zone; 2 — the administrative and territorial boundary of the Arctic zone of Russia; 3 — the water resource (water and environmental) border of the Arctic zone of Russia; 4 — significant rivers of the support zones of the Russian Arctic; 5 — settlements; 6 — hydrochemical monitoring stations; 7 — support zones

Ненецкая, Таймыро-Туруханская, Северо-Якутская, Чукотская [1, 3]. На рисунке представлена карта Российской Арктики с выделением опорных зон и значимых рек.

Высокие темпы индустриализации северных регионов в XX в. породили целый ряд проблем, связанных с изменениями состояния окружающей среды. Концентрация на относительно небольших территориях населенных пунктов с высокой численностью населения, мощных горнодобывающих, горноперерабатывающих, металлургических, энергетических, транспортных и других предприятий при отсутствии научно обоснованных региональных допустимых уровней нагрузки и использовании неэффективных методов контроля привели к образованию вблизи индустриальных центров зон экологического неблагополучия [4–7].

На территории Российской Арктики ранее были выделены импактные районы — территории, на которых в результате антропогенного воздействия произошли негативные изменения природной среды, приведшие к появлению и развитию чрезвычайных экологических ситуаций. Было определено 11 импактных районов Севера и Арктики России: Кольский, Северо-Двинский, Тимано-Печорский, Ново-земельский, Воркутинский, Пур-Надымский, Средне-Обский, Норильский, Яно-Индигирский, Валькумейский, Билибинский [8].

Индустриализация регионов Российской Арктики уже создала ряд экологических проблем и нарушила устоявшиеся веками традиционные условия проживания малых народов Севера. Проблема загрязнения Арктики совсем недавно казалась бы надуманной, если не абсурдной. Арктический регион всегда рассматривался как один из последних регионов нетронутой природы, который лишь кое-где находился под влиянием местных источников загрязнения.

Учитывая сказанное выше, в число первоочередных ожидаемых результатов реализации подпрограммы 1 [1] включено обеспечение сбора и обработки информации о важнейших показателях обстановки в АЗРФ и оптимизация системы государственного контроля за экологической ситуацией в АЗРФ.

Становится очевидной необходимость разработки обоснованного подхода к решению проблемы освоения природных ресурсов Арктики, учитывающего не только экономические интересы государства, но и необходимость сохранения уникальной природной среды. Особую остроту приобретают экологические исследования, призванные оценить современное состояние уязвимой арктической среды, роль процессов, связанных с необратимыми изменениями, генезис опасных процессов, влияние хозяйственной деятельности на водосборе и в руслах рек, на экологическое состояние устьевых областей рек, пресноводных губ и заливов.

Значительную долю в экологических исследованиях занимают научно обоснованные методы контроля состояния и методы регулирования качества пресноводных экосистем, поскольку для большинства районов вопросы качества стоят более остро, чем вопросы количественной нехватки воды. Фундаментальные исследования последних лет показывают, что причины изменения качества пресноводных экосистем заключаются как в привносе в водную массу веществ антропогенного происхождения, так и в изменении неорганических и органических химических компонентов природной водной среды, изменении ее физических в частности температурных характеристик и других свойств пресноводной экосистемы [9, 10].

Объектами настоящего исследования стали значимые реки восьми опорных зон. Перечень рек и их основные характеристики приведены в табл. 1. Указанные реки

выделены на карте (см. рисунок), пункты наблюдений на реках находятся в пределах Арктической зоны РФ согласно административно-территориальной границе [2] или водноресурсной (водноэкологической) границе [11]. Упомянутые границы Арктической зоны РФ не совпадают. Водноресурсная граница Арктической зоны охватывает большую площадь и проведена на основе бассейнового принципа, а не по границам субъектов РФ.

Таблица 1

Основные характеристики значимых рек опорных зон Российской Арктики

№	Опорная зона	Река	Куда впадает	Длина, км	Площадь водосбора, км ²
1	Кольская	Печенга	Печенгская губа	101	1820
		Ура	Губа Ура	63	1030
		Кола	Кольский залив	83	3850
		Роста	Кольский залив	12,1	52
		Нива	Кандалакшский залив	36	12830
2	Архангельская	Онега	Онежский залив	416	56900
		Северная Двина	Двинский залив	744	357000
		Мезень	Мезенская губа	966	78000
3	Ненецкая	Печора	Печорская губа	1809	322000
		Сула	река Печора	353	10400
		Лая	река Печора	332	9530
		Адзьва	река Уса	334	10600
4	Воркутинская	Уса	река Печора	565	93600
		Воркута	река Уса	182	4550
5	Ямало-Ненецкая	Обь	Обская губа	3650	2450000
		Собь	река Обь	185	5890
		Надым	Обская губа	545	64000
		Таз	Тазовская губа	1401	150000
6	Таймыро-Туруханская	Енисей	Енисейский залив	3487	2580000
		Турухан	река Енисей	639	35800
		Норилка	озеро Пясино, река Пясино	57	20000
		Хатанга	Хатангский залив	1636	364000
7	Северо-Якутская	Анабар	Анабарская губа	939	100000
		Оленёк	Оленёкский залив	2270	219000
		Лена	море Лаптевых	4294	2460000
		Индибирка	Восточно-Сибирское море	1977	360000
		Колыма	Колымский залив	2129	647000
8	Чукотская	Малый Анной	река Анной	738	49800
		Анадырь	залив Онемен	1150	191000

Для Оби приведена действующая (эффективная) площадь водосбора без учета бессточных областей. По рекам Хатанга и Анадырь в данной работе анализ не представлен ввиду отсутствия информации.

Знание современного гидролого-экологического состояния речных экосистем опорных зон Российской Арктики, а также региональных особенностей его изменчивости в условиях антропогенного воздействия важно не только само по себе, но и как базовое основание для принятия решений, обеспечивающих устойчивое и экологически безопасное развитие в краткосрочной и долгосрочной перспективе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проведено на основе обработки многолетней (1990–2010 гг.) режимной гидрохимической информации Государственной системы наблюдений за состоянием окружающей среды (ГСН) Росгидромета, предоставленной Гидрохимическим институтом Росгидромета. Используются данные пунктов наблюдений, находящихся в административно-территориальной и водноресурсной границе Арктической зоны России.

Применены методы, позволяющие оценить пространственно-временную изменчивость степени загрязненности водной среды и состояние речных экосистем в опорных зонах с выделением особенностей функционирования относительно чистых и испытывающих антропогенную нагрузку.

В число показателей комплексного состава водной среды выбранных речных экосистем включены: растворенный кислород, легкоокисляемые органические вещества (ЛООВ) по БПК₅, фенолы, нефтяные углеводороды, хлориды, сульфаты, азот аммонийный, азот нитратный, азот нитритный, соединения железа, меди, цинка, никеля, марганца.

Для оценки степени загрязненности водной среды и выбора из перечисленных выше ингредиентов приоритетных и критических показателей, отвечающих за ухудшение качества водной среды, использован метод расчета комплексных показателей [12]. Определяется вид загрязненности по величине условного коэффициента комплексности, равного отношению количества показателей с превышением предельно допустимых концентраций (ПДК) к общему числу измеряемых показателей качества воды. Класс качества воды от условно чистой до экстремально грязной устанавливается по величине комбинаторного индекса загрязненности, выделяются приоритетные загрязняющие компоненты по числу и составу лимитирующих показателей загрязненности.

Для оценки изменчивости современного состояния исследуемых речных экосистем применен метод оценки риска антропогенного воздействия воды суши [13]. На основе определения модального (наиболее часто встречаемого) интервала рядов абиотических параметров определяется состояние экосистемы от естественного до катастрофического.

Использование описанных методов позволяет выделить экологически благополучные и «антропогенно-трансформированные» речные экосистемы, выбрать информативные гидрохимические показатели экологического состояния.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенного анализа многолетней гидрохимической режимной информации показали, что трансформация компонентного состава водной среды исследуемых речных экосистем Российской Арктики направлена как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения степени ее загрязненности (табл. 2).

По рекам Кольской опорной зоны отмечается тенденция к уменьшению степени загрязненности, в целом состояние рек оценивается как загрязненное. Реки Архангельской и Ненецкой опорных зон находятся к разнонаправленным переходным состояниям от очень загрязненного до грязного (Онега) и, наоборот, от грязного к очень загрязненному (Северная Двина, Лая, Адьзва). Реки Воркутинской опорной зоны (Уса, Воркута) характеризуются переходным состоянием от очень загрязненного к загрязненному. Для рек Ямало-Ненецкой опорной зоны отмечается значительное увеличение загрязнения

Таблица 2

Изменчивость степени загрязненности водной среды рек опорных зон
Российской Арктики

Опорная зона	Река	Пункт наблюдений	Степень загрязненности	
			1990–1999 гг.	2000–2010 гг.
Кольская	Печенга	пос. Корзуново	От очень загрязненной к грязной	Грязная
	Ура	ст. Печенга	Очень загрязненная	Очень загрязненная
	Кола	с. Ура-Губа	От загрязненной к очень загрязненной	От очень загрязненной к загрязненной
	Роста	г. Кола	Грязная	Загрязненная
	Нива	г. Мурманск	Грязная и экстремально грязная	Грязная и очень загрязненная
Архангельская	Онега	г. Кандалакса	Загрязненная и очень загрязненная	Загрязненная и слабо загрязненная
	Северная Двина	г. Североонежск	От очень загрязненной к грязной	Грязная
		с. Усть-Пинега	От грязной к очень загрязненной	Очень загрязненная
		г. Новодвинск	То же	То же
Ненецкая	Мезень	д. Малонисогорская	От загрязненной к очень загрязненной	Загрязненная
	Печора	г. Нарьян-Мар	Очень загрязненная	Очень загрязненная
	Сула	с. Коткино	Грязная	Грязная
	Лая	ст. Мишвань	От грязной к очень загрязненной	Очень загрязненная
	Адзьва	д. Харуга	Грязная	То же
Воркутинская	Уса	ст. Сейда	Очень загрязненная	Загрязненная
		д. Адзьва	То же	То же
	Воркута	г. Воркута	От очень загрязненной к загрязненной	От очень загрязненной к загрязненной
	Обь	г. Салехард	Очень грязная	Очень грязная
Ямало-Ненецкая	Собь	с. Каправож	Грязная	От грязной к очень грязной
	Надым	г. Надым	То же	От очень грязной к экстремально грязной
Таймыро-Туруханская	Таз	пос. Тазовский	От грязной к очень грязной	Очень грязная
	Енисей	г. Дудинка	Грязная	Грязная
	Турухан	факт. Янов Стан	То же	То же
	Норилка	устье	– “ –	– “ –
Северо-Якутская	Анабар	с. Саскылах	От грязной к очень загрязненной	От очень загрязненной к грязной
	Оленёк	с. Оленёк	Очень загрязненная	Очень загрязненная
	Лена	ст. Ломети	Грязная	То же
Чукотская	Индигирка	пос. Индигирский	То же	То же
	Кольма	г. Среднеколымск	– “ –	– “ –
	Малый Анной	с. Островное	Очень загрязненная	От очень загрязненной к грязной

водной среды, степень загрязненности определена как переходная от «грязной к очень грязной» (реки Обь, Таз, Сось), к «экстремально грязной» (река Надым). Состояние водной среды по гидрохимическим показателям исследуемых рек Таймыро-Туруханской опорной зоны с 1990 г. оценивается как «грязное». В Северо-Якутской и Чукотской опорных зонах реки Лена и Оленёк определены как «очень загрязненные», реки Анабар, Колыма и Малый Анюй как «очень загрязненные и грязные».

Характер такой изменчивости степени загрязненности водной среды исследуемых речных экосистем дает основание сделать два заключения. Во-первых, формирование компонентного состава водной среды предопределено региональными физико-географическими особенностями водосбора. Во-вторых, высокая пространственно-временная изменчивость компонентного состава в значительной степени обусловлена уровнем и спецификой имеющего место в опорных зонах антропогенного воздействия.

К числу особенностей антропогенной трансформации компонентного состава водной среды следует отнести накопление в ней и расширение диапазонов колебания тех ингредиентов, которые могут быть отнесены к числу загрязняющих веществ. В свою очередь, загрязняющее вещество — это любое химическое соединение, которое находится в исследуемом природном объекте в количествах, превышающих их фоновые значения.

Согласно Федеральному закону «Об охране окружающей среды» [14] к загрязняющим веществам отнесены вещество или смесь веществ, количества и концентрации которых превышают установленные для химических соединений, в том числе и радиоактивных, и иных веществ и микроорганизмов нормативы и могут оказывать негативное воздействие на природные объекты. В число таких соединений могут быть включены вещества как природного происхождения, попадающие в объект при усилении внутрисистемных естественных процессов, так и антропогенного происхождения, попадающие в объекты при усилении внешнего воздействия.

Большое значение при анализе обширной многолетней гидрохимической информации приобретает выбор информативных гидрохимических показателей, с помощью которых можно получить достаточно объективную оценку особенностей изменчивости состояния во взаимосвязи не только с региональными природными особенностями, но и со спецификой антропогенного воздействия. Такой выбор должен исходить из представления о гидрохимических показателях как о приоритетных, показывающих особенности изменчивости состояния речных экосистем в пространстве, и критических (лимитирующих), ответственных за повышение степени загрязненности водной среды.

Иными словами, анализ информации должен быть направлен на выделение перечня информативных гидрохимических показателей, с помощью которых можно получить достаточно объективную характеристику состояния речных экосистем, генетически связанную как с природными условиями их функционирования, так и со спецификой антропогенного воздействия.

Использование для оценки состояния речных экосистем метода комплексной оценки степени загрязненности водной среды позволило не только провести их пространственно-временную классификацию, но и выделить информативные гидрохимические показатели, ответственные за природную и антропогенную трансформацию компонентного состава водной среды.

Результаты анализа многолетней режимной гидрохимической информации по расчету комплексных показателей качества водной среды исследуемых арктических рек показали, что на территории всех опорных зон в число основных приоритетных показателей входят соединения железа, меди, цинка, марганца, фенолы, нефтяные

Таблица 3

Критические показатели компонентного состава с аномально высоким содержанием в водной среде рек опорных зон

Опорная зона	Река	Пункт наблюдений	Критические показатели загрязненности	Максимальная концентрация в ПДК
Кольская	Печенга	ст. Печенга	Соединения меди	66
			Соединения никеля	56
			Фенолы	27
	Роста	г. Мурманск	Соединения никеля	94
			Азот нитритный	73
			Фенолы	60
			Соединения железа	55
			Нефтяные углеводороды	53
			Азот аммонийный	46
			ЛООВ (по БПК ₅)	36
Архангельская	Северная Двина	с. Усть-Пинега	Нефтяные углеводороды	55
			Соединения меди	36
			Соединения никеля	24
			Фенолы	24
Ненецкая	Печора	г. Нарьян-Мар	Нефтяные углеводороды	68
			Фенолы	36
Воркутинская	Уса	д. Адзьва	То же	47
			Соединения меди	43
Ямало-Ненецкая	Обь	г. Салехард	Нефтяные углеводороды	197
			Соединения меди	60
	Таз	пос. Тазовский	Соединения железа	30
			Нефтяные углеводороды	27
			Фенолы	25
			Соединения меди	23
Таймыро-Туруханская	Енисей	г. Дудинка	Нефтяные углеводороды	34
			Соединения меди	21
			Фенолы	21
Северо-Якутская	Лена	с. Кюсюр	Соединения меди	21
			Нефтяные углеводороды	15
	Анабар	с. Саскылах	То же	67
			Соединения меди	40
	Колыма	г. Среднеколымск	Фенолы	44
			Соединения меди	22
Чукотская	Малый Анной	с. Островное	Соединения железа	17
			Соединения меди	27
			Фенолы	27

углеводороды, ЛООВ, аммонийные и нитритные ионы. Кроме того, в реках Ненецкой и Ямало-Ненецкой опорных зон к приоритетным показателям относятся растворенный кислород и соединения никеля.

В перечень критических гидрохимических показателей следует включить:

– азот аммонийный и нитритный, соединения меди и никеля, фенолы и нефтяные углеводороды, ЛООВ для рек Кольской опорной зоны;

– соединения меди и никеля, фенолы и нефтяные углеводороды для Северной Двины в Архангельской опорной зоне;

– нефтяные углеводороды и фенолы для Печоры в Ненецкой опорной зоне;

– соединения меди и фенолы для рек Воркутинской опорной зоны;

– соединения железа, меди, фенолы и нефтяные углеводороды для рек Ямало-Ненецкой опорной зоны;

– соединения меди, фенолы и нефтяные углеводороды для Енисея в Таймыро-Туруханской опорной зоне;

– соединения железа и меди, фенолы и нефтяные углеводороды для рек в Северо-Якутской опорной зоне;

– соединения меди и фенолы для реки Малый Анной в Чукотской опорной зоне.

Критические показатели компонентного состава с аномально высоким содержанием в поверхностном слое водной среды рек приведены в табл. 3. Максимальная кратность превышения ПДК выбрана за весь анализируемый период.

Учитывая периодичность таких глубоких изменений компонентного состава водной среды исследованных арктических рек, есть основание заключить, что на территории формирования этих рек существенное влияние оказывает их хозяйственное освоение.

Антропогенная трансформация компонентного состава водной среды вызывает увеличение нагрузки на трофические цепи и нарушение естественного равновесия между абиотической и биотической составляющими. Речные экосистемы становятся менее устойчивыми за счет нарушения их стабильности.

В зависимости от уровня антропогенной нагрузки и характера изменчивости абиотических и биотических параметров пресноводных экосистем современное состояние водных объектов принято условно делить на естественное (не нарушенное антропогенным воздействием), равновесное (скорость внутриводных биохимических процессов восстановления экосистемы превышает темпы антропогенных нарушений), кризисное (скорость внутриводных биохимических процессов восстановления экосистемы ниже темпов антропогенных нарушений), критическое (обратимая замена природных экологических систем на измененные по трофности, сапробности и биологической продуктивности пресноводные экосистемы), катастрофическое (необратимый процесс перехода пресноводных экосистем в новое состояние по трофности, сапробности и биологической продуктивности). Полный классификатор состояния пресноводных экосистем приведен в РД 52.24.661–2004 [13].

Сравнительная оценка результатов анализа характера многолетней изменчивости модальных интервалов значений концентрации ЛООВ и аммонийного азота позволяет обратить внимание на ослабление стабильности исследуемых речных экосистем (табл. 4).

По ЛООВ состояние экосистемы оценивается как переходное из равновесного в кризисное в реках Северная Двина, Печора, Сула, Лена, Оленёк, Анабар, Колыма, Индигирка. Состояние экосистемы реки Таз отмечено как кризисное. Для реки Роста наблюдалось переходное состояние из равновесного в катастрофическое.

Таблица 4

Изменчивость состояния речных экосистем в опорных зонах Российской Арктики

Опорная зона	Река	Пункт наблюдений	Легкоокисляемые органические вещества		Азот аммонийный	
			Модальный интервал концентрации, мг/л	Состояние экосистемы	Модальный интервал концентрации, мг/л	Состояние экосистемы
Кольская	Печенга	пос. Корзуново	0,18–1,56	Переходное из естественного в равновесное	н.о. – 0,08	Естественное
	Ура	ст. Печенга	0,21–1,65	Естественное	н.о. – 0,07	То же
	Кола	с. Ура-Губа	0,09–0,71	То же	н.о. – 0,07	Переходное из равновесного в кризисное
		г. Кола	0,16–0,99		н.о. – 0,72	Переходное из равновесного в кризисное
Архангельская	Роста	г. Мурманск	1,05–8,70	Переходное из равновесного в катастрофическое	н.о. – 2,20	Переходное из равновесного в критическое
	Нива	г. Кандалакса	0,21–1,61	Переходное из естественного в равновесное	н.о. – 0,08	Естественное
	Онега	г. Североонежск	0,31–2,17	Переходное из естественного в кризисное	н.о. – 0,30	Равновесное
	Северная Двина	с. Усть-Пинега	0,25–2,11	Переходное из равновесного в кризисное	н.о. – 0,08	Естественное
	Мезень	г. Новодвинск	0,50–2,42	То же	н.о. – 0,06	То же
	Печора	д. Малонисогорская	1,26–3,87	–“–	н.о. – 0,35	Равновесное
	Сула	г. Нарьян-Мар	1,43–3,52	–“–	н.о. – 0,10	Естественное
		с. Коткино	0,16–3,52	Переходное из естественного в кризисное	н.о. – 0,27	Равновесное
		ст. Мишвань	0,29–1,28	Переходное из естественного в равновесное	н.о. – 0,40	То же
		д. Харуга	0,33–1,87	То же	н.о. – 0,30	–“–
Воркутинская	Уса	ст. Сейда	0,32–1,84	–“–	н.о. – 0,34	–“–
		д. Адзьва	0,60–4,05	Переходное из равновесного в кризисное	н.о. – 0,28	–“–
	Воркута	г. Воркута	0,50–1,78	Равновесное	н.о. – 0,11	–“–

Примечание. н.о. — ниже предела обнаружения

Опорная зона	Река	Пункт наблюдений	Легкоокисляемые органические вещества		Азот аммонийный		
			Модальный интервал концентрации, мг/л	Состояние экосистемы	Модальный интервал концентрации, мг/л	Состояние экосистемы	
Ямало-Ненецкая	Обь	г. Салехард	0,16–2,12	Равновесное	н.о. – 0,93	Переходное из равновесного в кризисное	
	Надым	г. Надым	0,24–3,50	Переходное из естественного в кризисное	н.о. – 0,96	То же	
	Таймыро-Туруханская	Таз	пос. Тазовский	2,50–3,30	Кризисное	н.о. – 1,06	–“–
		Енисей	г. Дудинка	0,20–1,90	Переходное из естественного в равновесное	н.о. – 0,21	Равновесное
Северо-Якутская	Турухан	факт. Янов Стан	0,40–2,30	Переходное из естественного в кризисное	н.о. – 0,61	Переходное из равновесного в кризисное	
	Норилка	устье	0,30–2,10	Переходное из естественного в равновесное	н.о. – 0,13	Переходное из естественного в равновесное	
	Анабар	с. Саскылах	0,51–2,37	Переходное из равновесного в кризисное	н.о. – 0,10	Естественное	
	Оленёк	с. Оленёк	0,43–1,44	Переходное из естественного в равновесное	н.о. – 0,09	То же	
Чукотская	Лена	ст. Тюмети	1,26–3,40	Переходное из равновесного в кризисное	н.о. – 0,06	–“–	
		с. Кюсюр	1,16–3,03	То же	н.о. – 0,08	–“–	
	Индигирка	пос. Чокурдах	1,11–2,98	“	н.о. – 0,17	Переходное из естественного в равновесное	
	Кольма	пос. Черский	0,02–1,95	Переходное из естественного в равновесное	н.о. – 0,09	Естественное	
Чукотская	Малый Анной	г. Среднеколымск	0,50–3,20	Переходное из равновесного в кризисное	н.о. – 0,10	То же	
		с. Островное	0,09–0,57	Переходное из естественного в равновесное	н.о. – 0,06	–“–	
	Анной	с. Островное	0,33–3,95	Переходное из равновесного в кризисное	н.о. – 0,32	Равновесное	

По азоту аммонийному состояние экосистемы определено как переходное из равновесного в кризисное в реках Кола, Обь, Таз, Надым, Турухан. Для реки Роста состояние экосистемы оценено как переходное из равновесного в критическое.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, представлена оценка состояния водной среды наиболее значимых рек опорных зон Российской Арктики. По степени загрязненности речные экосистемы опорных зон Российской Арктики в целом характеризуются как очень загрязненные и грязные.

Тенденции в загрязнении рек Кольского полуострова, сток которых формируется в пределах одной опорной зоны, имеют отрицательный характер. В Архангельской, Ненецкой и Воркутинской опорных зонах тренд изменений загрязненности речных экосистем также имеет отрицательный знак или равен нулю, то есть экосистемы стабильны. Исключение составляет река Онега (г. Североонежск), где наблюдается увеличение концентрации веществ в водной среде. В пределах рассматриваемых опорных зон как средние, так и крупные реки характеризуются схожими тенденциями. Реки Сула и Адзьва наиболее грязные среди них. Для рек с меньшими площадями водосборов (Воркута и Лая) — степень загрязнения меньше.

Для рек Ямало-Ненецкой опорной зоны в 2000 г. отмечается значительное увеличение загрязнения водной среды по сравнению с 1990 г. Качество воды р. Обь (г. Салехард) и р. Таз (пос. Тазовский) оценивается как «грязное и очень грязное», р. Надым (г. Надым) — «экстремально грязное». Подобная ситуация обусловлена увеличением антропогенной нагрузки на водосборы рек вследствие активизации нефтегазодобывающей промышленности в регионе.

Реки в границах Таймыро-Туруханской и Чукотской зон являются грязными. На р. Лене (с. Кюсюр) и р. Оленёк (ст. Тюмети) отмечено снижение степени загрязненности за анализируемый период.

Критические гидрохимические показатели для рассматриваемых рек частично похожи. В большинстве случаев это соединения меди, фенолы и нефтяные углеводороды. Наибольшее количество критических показателей отмечено для р. Роста Мурманской области.

Результаты анализа многолетнего режима гидрохимической информации показали, что для экосистем исследуемых опорных зон роль антропогенной составляющей является в настоящее время определяющей при трансформации их гидрохимического режима в сторону высокой пространственной, межгодовой и внутригодовой изменчивости компонентного состава водной среды. Наблюдается формирование более высокого «антропогенно-измененного природного фона», периодическое накопление в водной среде приоритетных загрязняющих веществ до концентраций, в десятки и сотни раз превышающих ПДК.

Речные экосистемы Арктики претерпевают значительные изменения. В большинстве случаев их состояние по легкоокисляемым органическим веществам оценивается как переходное из естественного и равновесного в кризисное.

Подобная перестройка компонентного состава водной среды способствует повышению потенциальной возможности возникновения чрезвычайных экологических ситуаций. Антропогенная трансформация состояния речных экосистем приводит к усугублению экологического регресса речных экосистем.

При стратегическом развитии Российской Арктики значимым остается вопрос состояния речных экосистем. Оценка степени загрязненности рек опорных зон Российской Арктики важна для корректировки схем комплексного использования и охраны водных объектов, нормативов допустимого воздействия и разработки стратегий развития опорных зон в части модернизации водохозяйственного комплекса, в том числе для обеспечения населения чистой питьевой водой.

Благодарности. Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-05-60192.

Acknowledgments. The reported study was partially funded by RFBR according to the research project № 18-05-60192.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации». Постановление Правительства Российской Федерации от 21.04.2014 № 366 (в ред. Постановления Правительства РФ от 31.08.2017 № 1064). URL: <http://static.government.ru/media/files/GGu3GTtv8bvV8gZxSEAS1R7XmzloK6ar.pdf> (дата обращения 05.04.2018).
2. О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации. Указ Президента РФ от 02.05.2014 № 296. (в ред. Указа Президента РФ от 27.06.2017 № 287). URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/38377> (дата обращения 04.09.2017).
3. Смирнова О.О., Липина С.А., Кудряшова Е.В., Крейденко Т.Ф., Богданова Ю.Н. Формирование опорных зон в Арктике: методология и практика // Арктика и Север. 2016. № 25. С. 148–157.
4. Израэль Ю.А. Арктика и экологически устойчивое развитие // Антропогенное воздействие на природу Севера и его экологические последствия: Сб. материалов Всерос. совещ. и выезд. науч. сессии Отд-я океанологии, физики атмосферы и географии (ООФАГ) РАН / Под ред. акад. РАН Ю.А. Израэля и др. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1999. С. 7–16.
5. Арктика на пороге третьего тысячелетия (ресурсный потенциал и проблемы экологии) / Гл. ред. И.С. Грамберг, Н.П. Лаверов; Отв. ред. Д.А. Додин. СПб.: Наука, 2000. 247 с.
6. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. проф. И.А. Шикломанова. СПб.: Государственный гидрологический институт, 2008. 600 с.
7. Геоэкологическое состояние арктического побережья России и безопасность природопользования / Под ред. Н.И. Алексеевского. М.: ГЕОС, 2007. 585 с.

REFERENCES

1. *Ob utverzhenii gosudarstvennoi programmy Rossiiskoi Federatsii «Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie Arkticheskoi zony Rossiiskoi Federatsii»*. *Postanovlenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 21.04.2014 № 366 (v red. Postanovleniia Pravitel'stva RF ot 31.08.2017 № 1064)*. On the approval of the state program of the Russian Federation “Socio-economic development of the Arctic zone of the Russian Federation”. Decree of Russian Federation Government of April 21, 2014 № 366 (as amended on Russian Federation Government Decree № 1064 of August 31, 2017). Available at: <http://static.government.ru/media/files/GGu3GTtv8bvV8gZxSEAS1R7XmzloK6ar.pdf>. (accessed 05.04.2018).
2. *O sukhoputnykh territoriakh Arkticheskoi zony Rossiiskoi Federatsii. Ukaz Prezidenta RF ot 02.05.2014 № 296. (v red. Ukaza Prezidenta RF ot 27.06.2017 № 287)*. About land territories of the Arctic zone of the Russian Federation. The decree of the President of the Russian Federation from 02.05.2014 № 296. (as amended on Decree of the President of the Russian Federation from 27.06.2017 № 287). Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/38377> (accessed 04.09.2017).
3. *Smirnova O.O., Lipina S.A., Kudriashova E.V., Kreidenko T.F., Bogdanova Iu.N.* Creation of development zones in the Arctic: methodology and practice. *Arktika i Sever*. Arctic and North. 2016, 25: 148–157. [In Russian].
4. *Izrael' Iu.A.* *Arktika I ekologicheski ustoichivoe razvitie*. Arctic and ecologically sustainable development. *Sb. materialov Vseros. soveshch. ivyezd. nauch. sessii Otd-yaokeanologii, fiziki atmosfery I geografii (OOFAG) RAN*. Anthropogenic impact on the nature of the North and its ecological consequences. Collected materials of the All-Russian Conference and the visiting scientific session of the Division of Oceanology, Atmosphere Physics and Geography of the Russian Academy of Sciences. Apatity: Publishing House of KSC RAS, 1999: 7–16. [In Russian].

8. Брызгалo В.А., Иванов В.В., Замятин В.Ю., Makeev В.М. Чрезвычайные экологические ситуации в районах Российского Севера. СПб.: ГПА, 2004. 82 с.
9. Никаноров А.М., Брызгалo В.А. Реки России. Ч. I. Реки Кольского Севера (гидрохимия и гидроэкология). Ростов-на-Дону: Изд-во «НОК», 2009. 200 с.
10. Никаноров А.М., Брызгалo В.А., Kosmenko Л.С., Даниленко А.О. Реки материковой части Российской Арктики. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2016. 276 с.
11. Иванов В.В., Янкина В.А. Водные ресурсы Арктики, их изученность и очередные задачи исследований // Проблемы Арктики и Антарктики. 1991. Вып. 66. С. 118–128.
12. РД 52.24.643–2002. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям. СПб.: Гидрометеoиздат, 2003. 52 с.
13. РД 52.24.661–2004. Оценка риска антропогенного воздействия приоритетных загрязняющих веществ на поверхностные воды суши. М.: Метеoагентство Росгидромета, 2006. 26 с.
14. Об охране окружающей среды. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7–ФЗ (в ред. от 31.12.2017 № 503–ФЗ). URL: <http://base.garant.ru/12125350/> (дата обращения 05.04.2018).
5. *Arktika na poroge tret'ego tysyacheletia (resursnyi potentsial I problemy ekologii)*. The Arctic on the threshold of the third millennium (resource potential and environmental problems). St. Petersburg: Science, 2000: 247 p. [In Russian].
6. *Vodnye resursy Rossii i ikh ispol'zovanie*. Water resources of Russia and their use. St. Petersburg: State Hydrological Institute, 2008: 600 p. [In Russian].
7. *Geoekologicheskoe sostoianie arkticheskogo poberezh'ia Rossii I bezopasnost' prirodopol'zovaniia*. Geoecological condition of the Arctic coast of Russia and safety of nature management. Moscow: GEOS, 2007: 585 p. [In Russian].
8. *Bryzgalo V.A., Ivanov V.V., Zamiatin V.Iu., Makeev V.M. Chrezvychainye ekologicheskie situatsii v raionakh Rossiiskogo Severa*. Emergency environmental situations in the regions of the Russian North. St. Petersburg: SPA, 2004: 82 p. [In Russian].
9. *Nikanorov A.M., Bryzgalo V.A. Reki Rossii. Chast' I. Reki Kol'skogo Severa (gidrokhimiia I gidroekologiia)*. The rivers of Russia. Part I. The rivers of the Kola North (hydrochemistry and hydroecology). Rostov-on-Don: "NOK", 2009: 200 p. [In Russian].
10. *Nikanorov A.M., Bryzgalo V.A., Kosmenko L.S., Danilenko A.O. Reki materikovoii chasti Rossiiskoi Arktiki*. The rivers of the mainland part of the Russian Arctic. Rostov-on-Don: Publishing House of the Southern Federal University, 2016: 276 p. [In Russian].
11. *Ivanov V. V., Iankina V.A.* Water resources of the Arctic, their study and regular research tasks. *Problemy Arktiki i Antarktiki*. Problems of Arctic and Antarctic. 1991, 66: 118–128. [In Russian].
12. RD 52.24.643–2002. *Metod kompleksnoi otsenki stepeni zagriaznennosti poverkhnostnykh vod sushi po gidrokhimicheskim pokazateliam*. (Guidance document 52.24.643–2002. Method for the integrated assessment of the pollution degree of surface waters by hydrochemical indicators). St. Petersburg: Hydrometeoizdat, 2003: 52 p. [In Russian].
13. RD 52.24.661–2004. *Otsenka riska antropogennogo vozdeistviia prioritetykh zagriazniashchikh veshchestv na poverkhnostnye vody sushi*. (Guidance document 52.24.661–2004. Assessment of the risk of anthropogenic impact of priority pollutants on the surface waters). Moscow: Meteoagency of Roshydromet, 2006: 26 p. [In Russian].
14. *Ob okhrane okruzhaiushchei sredy. Federal'nyi zakon ot 10.01.2002 № 7–FZ (v red. ot 31.12.2017 № 503–FZ)*. Federal Law on Environmental Protection №7-FZ of January 10, 2002 (as amended on December 31, 2017 № 503-FZ). Available at: <http://base.garant.ru/12125350/>. (accessed 05.04.2018).