

Мониторинг содержания металлов в малых реках города Красноярска

Д. А. Прысов✉, О. Н. Зубарева, М. А. Пляшечник, А. Д. Кошкарлов

*Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, Российская федерация
(660036, г. Красноярск, Академгородок, 50/28)*

Аннотация. Целью настоящего исследования является сравнительный анализ результатов мониторинга содержания металлов – железа общего ($Fe_{общ}$), меди (Cu), алюминия (Al), марганца (Mn), никеля (Ni) – в поверхностных водах малых рек города Красноярска.

Материалы и методы. Отбор проб воды на выбранных пунктах наблюдений проводился в летне-осеннюю межень (при минимальном расходе и во время дождевых паводков) в 2020-2021 годы. Изучалось содержание металлов ($Fe_{общ}$, Cu, Al, Mn, Ni) методом атомно-абсорбционной спектрометрии.

Результаты и обсуждение. За период 2020-2021 годы в воде реки Черемушка средняя концентрация меди варьирует в пределах 0,0014–0,0129 мг/дм³; марганца – 0,0099–0,2390 мг/дм³; железа общего – 0,027–0,170 мг/дм³; в реке Бугач – меди: 0,0012–0,0163 мг/дм³ и марганца – 0,007–0,084 мг/дм³, в реке Кача – меди: 0,0015–0,0032 мг/дм³ и марганца: 0,0060–0,0445 мг/дм³.

Выводы. Результаты исследований показали, что превышение предельно-допустимой концентрации рыбохозяйственного назначения в реке Бугач наиболее часто наблюдается для таких металлов, как медь и марганец, в реке Черемушка – медь, марганец и железо общее; в реке Кача – медь и марганец.

Ключевые слова: малые реки, мониторинг, загрязняющие вещества, металлы, антропогенное воздействие, город Красноярск.

Источник финансирования: Работа выполнена в рамках базового проекта ИЛ СО РАН № 0287-2022-0004. «Состояние и функционирование компонентов антропогенно-трансформированных экосистем в условиях крупных мегаполисов Сибири».

Для цитирования: Прысов Д. А., Зубарева О. Н., Пляшечник М. А., Кошкарлов А. Д. Мониторинг содержания металлов в малых реках города Красноярска // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2024, № 2, с. 116-122. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/2/100-106>

ВВЕДЕНИЕ

Малые реки являются начальным звеном в формировании гидрологического, биологического и биохимического режимов средних и крупных водотоков. Реки, протекающие в черте городов с развитой промышленностью, испытывают значительную техногенную нагрузку. Основной причиной загрязнения водных объектов на урбанизированных территориях является сброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод предприятиями [11], а также поступление загрязняющих веществ с поверхностным весенним и дождевым стоком бассейнов рек. Вследствие небольших объемов стока в малых реках процесс самоочищения протекает медленнее, поэтому длительное антропогенное воздействие часто приводит к деградации водных экосистем и снижению качества воды. Оценке качества воды в малых реках города Красноярска посвящено ряд работ [6, 4, 8, 9, 10].

Целью настоящего исследования является сравнительный анализ результатов мониторинга содержа-

ния металлов ($Fe_{общ}$, Cu, Al, Mn, Ni) в поверхностных водах малых рек города Красноярска. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: проведение отбора пробы поверхностных вод (ГОСТ Р 59024-2020)¹; определение концентрации металлов ($Fe_{общ}$, Cu, Al, Mn, Ni) методом атомно-абсорбционной спектрометрии; оценка соответствия показателей состава воды в исследуемых малых реках города Красноярска общим требованиям к водным объектам рыбохозяйственного значения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования были выбраны три малые реки, протекающие по территории города Красноярска: Черемушка (левый приток Енисея), Кача (левый приток Енисея) и Бугач (правый приток реки Кача). Река Черемушка берет начало у деревни Старцево Емельяновского района. Река является левым притоком третьего порядка реки Енисей, впадает в него через протоки Студеный исток и Теплый Исток на расстоянии 2,4 км от устья. Длина реки от истока до

© Прысов Д. А., Зубарева О. Н., Пляшечник М. А., Кошкарлов А. Д., 2024

✉ Прысов Дмитрий Александрович, e-mail: dimka201223@mail.ru

¹ГОСТ Р 59024-2020. Вода. Общие требования к отбору проб. Москва: Российский институт стандартизации, 2022. 36 с.



протоки Студеный Исток составляет 11,8 км, длина с протоками Студеный Исток и Теплый Исток до впадения в реку Енисей составляет 18,6 км. Общая площадь водосбора реки Черемушка составляет 96,5 кв. км. [5]. Река протекает по территории с высокой антропогенной нагрузкой. Техногенная трансформация этой местности в основном связана с сельскохозяйственным использованием земель и инфраструктурой промышленных объектов. В нижней части бассейна реки находятся промышленные предприятия: АО «РУСАЛ Красноярск»; ООО «Красноярский завод ЖБИ № 1», Филиал АО «Енисейская ТГК (ТГК-13)» – «Красноярская ТЭЦ-3» [6].

Река Кача – левый приток реки Енисей, берет начало в северо-западных отрогах Восточного Саяна, протекает по территории Емельяновского района и города Красноярска, впадает в Енисей в центре Красноярска. Длина Качи составляет 102 км, площадь водозабора – 1280 кв. км. В бассейне реки ведутся лесозаготовки, в среднем и нижнем течении хорошо развито сельское хозяйство [1].

Река Бугач является правым притоком реки Качи и принадлежит бассейну реки Енисей. Длина водотока 24 км, восемь из которых – в черте города Красноярска. Русло реки извилистое, местами перекрыто водопропускными сооружениями. Среди них – одно-

именный пруд. Наиболее значимыми его притоками являются реки Каракуша и Пяткова, впадающие в Бугач слева [1].

На реке Черемушка были выбраны три пункта наблюдений (ПН): у истока ПН 1 – д. Старцево, в среднем течении: ПН 2 – ул. Кразовская, в устье реки: ПН 3 – ул. Пограничников (ТЭЦ-3); на реке Бугач выбрано три ПН: два промежуточных: ПН 2 – ул. Гросовцев и ПН 3 – ул. Калинина – ул. Бийхемская, в устье реки: ПН 4 – ул. Маерчака; на реке Кача выбрано четыре ПН: в устье реки: ПН 4 – ул. Конституции СССР и три промежуточных: ПН 3 – ул. Брянская, ПН 2 – ниже п. Емельяново и ПН 1 – п. Памяти 13 борцов. Расположение пунктов отборов проб воды показано на рисунке.

Отбор проб воды на выбранных пунктах наблюдений проводился в летне-осеннюю межень (при минимальном расходе и во время дождевых паводков) в соответствии с ГОСТ Р 59024-2020. В пробах воды было проведено определение 9 показателей: рН, температура, запахи, взвешенные вещества, концентрации металлов: железо общее ($Fe_{общ}$), медь (Cu), алюминий (Al), марганец (Mn) и никель (Ni). Для измерения величины рН в образцах использовали профессиональный рН-метр Sartorius PP-15 (Германия). Количественный элементный анализ воды отобранных проб проводили на атомно-абсорбционном спектрометре МГА-915МД

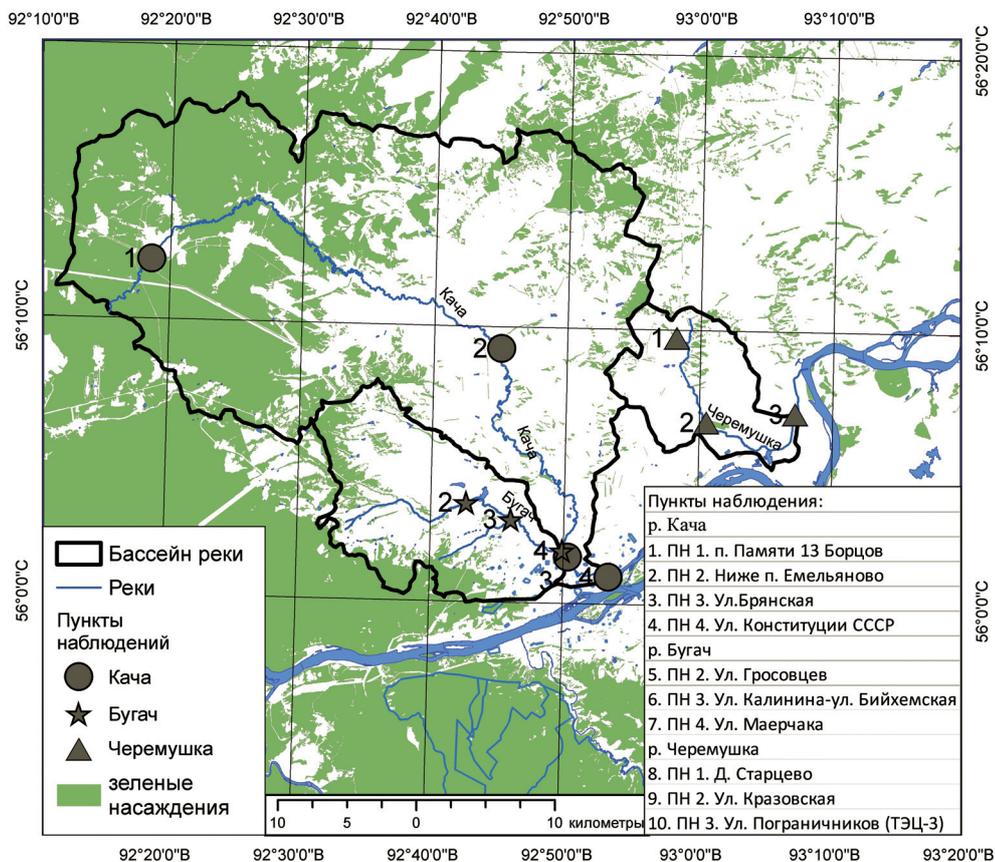


Рис. Схема расположения мест отбора проб воды
[Fig. Water sampling points]

(Россия). Температура измерялась при помощи ртутного термометра с ценой деления 0,1 °С при взятии образца в полевых условиях.

В качестве норматива в данной работе использован установленный ПДК для водных объектов рыбохозяйственного значения [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблицах 1-2 представлена сформированная база данных по загрязнению водных объектов города Красноярска за период 2020-2021 годы, в них приведены осредненные данные за 2020-2021 годы, использованы средние показатели за летнюю и осеннюю межень.

Таблица 1

Результаты наблюдений за изменением показателей: взвешенные вещества, рН и температура воды*
[Table 1. Changes of suspended substance amount, pH, and water temperature]

Пункт наблюдений / Observation point	Номер ПН / ОР number	Взвешенные вещества, мг/дм ³ / Suspended substances/ mg/dm ³		рН		Температура воды, °С / Water temperature, °С	
		2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.
р. Кача / Kacha River							
п. Памяти 13 борцов	1	1,5	1,9	7,88	7,89	8,0	8,2
ниже п. Емельяново	2	5,2	13,8	8,15	8,10	9,0	10,0
ул. Брянская	3	14,0	22,6	8,12	8,21	11,2	11,0
ул. Конституции СССР	4	17,5	71,3	8,21	8,19	10,4	11,0
р. Бугач / Bugach River							
ул. Гросовцев	2	36,3	97,2	8,33	8,46	7,5	7,7
ул. Калинина – ул. Бийхемская	3	31,2	41,9	8,33	8,44	11,0	11,5
Ул. Маерчака	4	33,3	62,6	8,26	8,57	9,5	9,5
р. Черемушка / Cheryomushka River							
д. Старцево	1	38,7	24,5	8,33	8,44	12,5	10,5
ул. Кразовская	2	560,4	356,7	8,47	8,7	-	-
ул. Пограничников (ТЭЦ-3)	3	119,0	19,8	8,12	8,17	12,5	13,5
ПДК		-		6,5-8,5		-	

* *Примечание.* Курсивом выделено превышение ПДК.
[Note. Italicized are concentrations above the permissible maximum]

Предварительный анализ данных по химическому составу воды показал, что на всех трех исследуемых реках зафиксировано превышение ПДК_{р.х.} для вод рыбохозяйственных нужд.

На реке Кача за период 2020 года рН колебалась от 7,9 до 8,2 и за 2021 год также от 7,9 до 8,2 – щелочная среда (табл. 1); в реке Бугач рН колебалась в 2020 году от 8,2 до 8,3, в 2021 году от 8,4 до 8,6 – щелочная среда; на реке Черемушка рН в 2020 году колебалось от 8,1 до 8,5 и в 2021 году от 8,2 до 8,7 – щелочная среда.

В летнюю межень 2020 года температура воды в реке Кача во всех пунктах наблюдений прогрелась от 15,0 до 18,5 °С, в 2021 году – от 15,0 до 19,0 °С; в реке Бугач в 2020 году – от 15,0 до 19,0 °С, в 2021 году – от 15,5 до 21,0 °С и в реке Черемушка в 2020 году – от 15,0 до 22,0 °С, в 2021 году – от 18,0 до 20,0 °С. В период осенней межени температура воды в реке Кача в 2020 году прогрелась от 1,0 до 4,0 °С, в 2021 году – от 1,0 до 3,0 °С; в реке Бугач в 2020 году – от 0,0 до 3,0 °С и в 2021 году – от 0,0 до 2,0 °С; в реке Черемушка в 2020 году – от 3,0 до 6,0 °С и в 2021 году – от 2,0 до 7,0 °С.

На реке Кача наибольшие концентрации взвешенных веществ были отмечены в пункте наблюдений 4 (ул. Конституции СССР) в 2021 году (71,3 мг/дм³),

наименьшие – в пункте наблюдений 1 (п. Памяти 13 борцов) в 2020 году (1,5 мг/дм³). На реке Бугач наибольшие концентрации взвешенных веществ были выявлены в пункте наблюдений 2 (ул. Гросовцев) в 2021 году (97,2 мг/дм³), наименьшие концентрации в 2020 году – в пункте наблюдений 3 (ул. Калинина – ул. Бийхемская) (31,2 мг/дм³). В реке Черемушка наибольшие концентрации в 2020 году зафиксированы в пункте наблюдений 2 (ул. Кразовская) (560,4 мг/дм³), наименьшие концентрации в 2021 году – в пункте наблюдений 3 (ул. Пограничников (ТЭЦ-3)) (19,8 мг/дм³). В работе В. Ф. Дурнева с соавторами [6] отмечено, что на реке Черемушка выявлен сток в русло реки отходов подсобного свиноводческого хозяйства, вследствие чего концентрации взвешенных веществ в пункте наблюдений 2 (ул. Кразовская) остаются на достаточно высоком уровне (табл. 1), процесс самоочищения протекает медленно.

По содержанию металлов на реке Черемушка наблюдается превышение ПДК_{р.х.} по железу общему, меди и марганцу (табл. 2). Концентрации этих металлов по течению реки возрастают от истока к устью реки. Превышений ПДК_{р.х.} по меди в ПН (1-3) составила от 3,6 до 12,9 раз в 2020 году и от 1,4 до 9,3 раз в

Содержание металлов в малых реках города Красноярск (2020-2021 годы)*
[Table 2. Metal concentrations in small rivers of Krasnoyarsk in 2020-2021]

ПН / ОР	Результаты измерений (средние за летнюю и осеннюю межень) / Summer and fall low-water period average									
	Al, мг/дм ³		Cu, мг/дм ³		Ni, мг/дм ³		Mn, мг/дм ³		Fe _{общ} , мг/дм ³	
	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.
р. Кача / Kacha River										
1	<i>0,175</i>	<i>0,090</i>	<i>0,0020</i>	<i>0,0015</i>	0,0015	0,0013	<i>0,0105</i>	0,0060	<i>0,24</i>	<i>0,13</i>
2	<i>0,125</i>	0,033	<i>0,0027</i>	<i>0,0020</i>	0,0014	0,0010	<i>0,0375</i>	<i>0,0161</i>	<i>0,21</i>	0,08
3	<i>0,142</i>	0,019	<i>0,0032</i>	<i>0,0018</i>	0,0034	0,0012	<i>0,0415</i>	<i>0,0207</i>	<i>0,15</i>	0,07
4	<i>0,152</i>	0,017	<i>0,0029</i>	<i>0,0017</i>	0,0017	0,0013	<i>0,0445</i>	<i>0,0258</i>	<i>0,18</i>	0,07
р. Бугач / Bugach River										
2	<i>0,052</i>	0,017	<i>0,0025</i>	<i>0,0012</i>	0,0011	0,0012	0,007	0,0094	0,049	0,012
3	0,038	-	<i>0,0024</i>	<i>0,0014</i>	0,0018	0,0012	<i>0,017</i>	<i>0,0225</i>	0,075	0,023
4	0,028	0,016	<i>0,0163</i>	<i>0,0025</i>	0,0023	0,0020	<i>0,084</i>	<i>0,0533</i>	<i>0,117</i>	0,045
р. Черемушка / Cheryomushka River										
1	0,03	-	<i>0,0036</i>	<i>0,0014</i>	0,0025	0,0021	<i>0,0255</i>	0,0099	0,093	0,032
2	0,025	-	<i>0,0070</i>	<i>0,0093</i>	0,0038	0,0027	<i>0,2065</i>	<i>0,0376</i>	<i>0,108</i>	0,027
3	0,020	0,035	<i>0,0129</i>	<i>0,0073</i>	0,0045	0,0017	<i>0,2390</i>	<i>0,1020</i>	<i>0,170</i>	0,066
ПДК / MPC	0,04		0,001		0,01		0,01		0,1	

* *Примечание.* Курсивом выделено превышение ПДК; прочерки означают отсутствие концентрации веществ.
[Note. Italicized are concentrations above the permissible maximum; dash indicates zero concentration].

2021 году, максимум концентрации был отмечен в пункте наблюдений 3 (ул. Пограничников (ТЭЦ-3)) в 2020 году (> 12,9 ПДК_{р.х.}). Превышение ПДК_{р.х.} марганцем зафиксировано на всех трех ПН в 2020 году и составило от 2,5 до 23,9 раз, в 2021 году превышение зафиксировано только в (ПН 2-3) от 3,8 до 10,2 раз, максимум концентрации был отмечен в пункте наблюдений 3 (ул. Пограничников (ТЭЦ-3)) в 2020 году (>23,9 ПДК_{р.х.}). В 2021 году во всех пунктах наблюдений отмечается снижение концентрации марганца: в ПН 1 в 2,5 раза по сравнению с 2020 годом, в ПН 2 – в пять раз, в ПН 3 – в два раза. Превышение ПДК_{р.х.} по железу в ПН 2-3 в 2020 году составило от 1,1 до 1,7 раз, в 2021 году превышений не зафиксировано. На реке Черемушка за 2020-2021 годы в пунктах наблюдений 2 (ул. Кразовская) и 3 (ул. Пограничников (ТЭЦ-3)) зафиксировано экстремально высокое загрязнение по запаху.

На реке Бугач зафиксировано превышение ПДК_{р.х.} по меди, марганцу, алюминию и железу общему. Превышение ПДК_{р.х.} по меди в 2020 году в ПН (2-4) составило от 2,4 до 16,3 раз и от 1,2 до 2,5 раз в 2021 году, максимум концентрации было отмечен в пункте наблюдений 4 (ул. Маерчака) в 2020 году (> 16,3 ПДК_{р.х.}). Превышение ПДК_{р.х.} по марганцу в 2020 году в ПН (3-4) составило от 1,7 до 8,4 раз, в 2021 году – от 2,2 до 5,3 раз, максимум концентрации было отмечен в пункте наблюдений 4 (ул. Маерчака) в 2020 году (> 8,4 ПДК_{р.х.}). Превышение ПДК_{р.х.} по железу в 2020 году зафиксировано только в ПН 4 в 1,2 раза, в 2021 году превышений не выявлено. Превышение ПДК_{р.х.} алюминия в 2020 году отмечено в ПН 1 в 1,3 раза, в 2021 году превышений не выявлено.

На реке Кача наблюдается превышение ПДК_{р.х.} по алюминию, железу общему, меди и марганцу. Превышение ПДК_{р.х.} по железу в 2020 году в ПН 1-4 составило от 1,5 до 2,4 раз, в 2021 году выявлено превышение только в ПН 1 в 1,3 раза. Превышение ПДК_{р.х.} по меди в ПН 1-4 в 2020 году составило от 2,0 до 2,9 раз и в 2021 году – от 1,5 до 2,0 раз. Превышение ПДК_{р.х.} по марганцу в 2020 году в ПН 1-4 составило от 1,0 до 4,4 раз, в 2021 году в ПН 2-4 – от 1,6 до 2,6 раз. Превышений ПДК_{р.х.} по алюминию за 2020 год в ПН 1-4 составило от 3,1 до 4,4 раз, максимум концентрации был отмечен в пункте наблюдений 1 (п. Памяти 13 борцов, >4,4 ПДК_{р.х.}), в 2021 году превышение выявлено только в ПН 1 в 2,2 раза.

Выполненный корреляционный анализ позволяет установить зависимость между некоторыми гидрохимическими показателями (табл. 3). Данный анализ произведен путем рассмотрения достаточно небольшой выборки, поэтому результаты являются скорее оценочными, чем достоверными. Корреляционный анализ содержания загрязняющих веществ в реке Кача показал высокий коэффициент корреляции: $r = 0,74-0,94$ для Al – Fe_{общ}, Cu – Ni, Mn – Cu и pH – Mn; для реки Бугач: $r = 0,72-0,88$ для Cu – Ni, Cu – Mn, Cu – Fe_{общ}, Ni – Mn, Ni – Fe_{общ} и Mn – Fe; для реки Черемушка: $r = 0,72-0,84$ для Cu – Mn, Ni – Mn, Ni – Fe_{общ} и Mn – Fe_{общ}.

Данные загрязняющие вещества могут попадать в исследуемые водоемы вместе с поверхностными и сточными водами, с осадками, а также в результате сброса сточных вод. Для ряда веществ весьма заметна высокая корреляция, это можно рассматривать как еще одно подтверждение антропогенного генезиса данных веществ в водоемах [12, 3]. В 2021 году на исследуе-

Корреляционный анализ гидрохимических показателей в водах малых реках города Красноярска за 2020-2021 годы
 [Table 3. A correlation analysis of surface water hydrochemical characteristics among small rivers within Krasnoyarsk City, 2020-2021]

р. Кача / Kacha River							
Показатели / Indicators	Al	Cu	Ni	Mn	Fe _{общ}	Взв. вещества / Suspended substance	pH
Al	1,00						
Cu	0,62	1,00					
Ni	0,50	0,74	1,00				
Mn	0,31	0,88	0,56	1,00			
Fe _{общ}	0,94	0,47	0,25	0,20	1,00		
Взв. вещества	-0,60	-0,24	-0,11	0,16	-0,60	1,00	
pH	-0,39	0,38	0,07	0,72	-0,42	0,54	1,00
р. Бугач / Bugach River							
Al	1,00						
Cu	-0,04	1,00					
Ni	-0,36	0,72	1,00				
Mn	-0,38	0,85	0,88	1,00			
Fe _{общ}	0,25	0,86	0,80	0,72	1,00		
Взв. вещества	-0,71	-0,38	-0,30	-0,25	-0,66	1,00	
pH	-0,66	-0,61	-0,17	-0,15	-0,71	0,64	1,00
р. Черемушка / Chernyomushka River							
Al	1,00						
Cu	-0,68	1,00					
Ni	-0,99	0,67	1,00				
Mn	-0,78	0,72	0,83	1,00			
Fe _{общ}	-0,96	0,58	0,81	0,84	1,00		
Взв. вещества	-0,42	0,30	0,49	0,41	0,06	1,00	
pH	0,01	-0,24	-0,15	-0,46	-0,67	0,58	1,00

малых реках на большинстве пунктах наблюдений отмечено снижение концентрации загрязняющих веществ (см. табл. 2), что может быть связано с модернизацией производства работающих предприятий, так как город Красноярск является участником Федерального проекта «Чистый воздух» Национального проекта «Экология». Однако, на этих пунктах наблюдений фиксируются отдельные превышения ПДК_{р.х.}

По данным Государственного доклада «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае» [2] качество воды по значениям УКИЗВ (удельный комбинаторный индекс загрязнения воды) за период 2020-2021 годы в реке Черемушка следующее: грязная-экстремально грязная; в реке Бугач: загрязненная-очень грязная и в реке Кача: грязная-очень загрязненная.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вода в исследуемых реках не соответствует общим требованиям, предъявляемым к ее составу и свойствам в объектах рыбохозяйственного значения. Полученные данные по химическому анализу воды показывают, что в бассейнах рек Черемушка, Бугач и Кача имеются источники поступления в поверхностные воды загрязняющих веществ. Выявлено, что наиболее часто превышают ПДК_{р.х.} в реке Кача – медь и марганец; в реке

Черемушка – медь, марганец и железо и в реке Бугач – медь и марганец. Высокие парные коэффициенты корреляции на исследуемых реках для железа общего, никеля, марганца и алюминия указывает на общий источник поступления металлов, связанных с работой крупных промышленных предприятий города. По результатам Государственного доклада «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае» за 2020-2021 годы качество воды по значениям УКИЗВ следующее: в реке Черемушка: грязная-экстремально грязная; в реке Бугач: загрязненная-очень грязная; в реке Кача: грязная-очень загрязненная.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный водный реестр. – URL: <http://www.textual.ru/gvt/> (дата обращения: 25.09.2019). – Текст: электронный.
2. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2021 году». – URL: <http://krassecology.ru/Data/Docs/Сводный%20Доклад%20-%202021.pdf> (дата обращения: 08.09.2022). – Текст: электронный.
3. Лебедев И. В., Каманина И. З., Каплина С. П. Содержание тяжелых металлов в водотоках города Липецк // *Вестник ВГУ, Серия: География. Геоэкология*, 2022, №1, с.74-82.
4. Моделирование самоочищения малых рек в условиях резко континентального климата Центральной Сибири / Х. Милошевич, О. В. Тасейко, Т. П. Спицына, С. Панин // *Из-*

вестия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова, 2016, № 3-1 (39), с. 335-342.

5. Оценка воздействия на окружающую среду. – URL: <https://rusal.ru/sustainability/environmental-protection/slushaniya/> Книга%201_Оценка%20воздействия%20на%20окружающую%20среду_Часть%201_КРА3.pdf (дата обращения: 06.12.2022). – Текст: электронный.

6. Оценка состояния реки Черemuшка в пределах северной промзоны г. Красноярска / В. Ф. Дурнев, И. В. Космаков, В. М. Петров, С. П. Шулепина // *Инженерные изыскания*, 2013, № 14, с. 56-64.

7. Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 N 552 (ред. от 12.10.2018): Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (Зарегистрировано в Минюсте России 13.01.2017 N 45203). – URL: <https://base.garant.ru/71586774/> (дата обращения: 07.08.2021). – Текст: электронный.

8. Сахнова Н. В. Донные сообщества в оценке качества воды р. Черemuшка (бассейн р. Енисей) // *Материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции студентов,*

аспирантов и молодых учёных, посвященной 155-летию со дня рождения К. Э. Циолковского, 2012.

9. Спицына Т. П., Тасейко О. В. Геохимическая и экологическая оценка содержания металлов в снеговой воде и поверхностных водах бассейна реки Базайхи (Красноярский край) // *География и природные ресурсы*, 2022, т. 43, № 3, с. 52-62.

10. Спицына Т. П., Тасейко О. В. Комплексные критерии самоочищения водотоков // *Вестник ТвГУ. Серия «Биология и экология»*, 2018, №2, с. 248-262.

11. Техногенное загрязнение малых рек в черте г. Сибая / З. Б. Бактыбаева, Р. А. Сулейманов, Т. К. Валеев и др. // *Медицина труда и экология человека*, 2016, № 2, с. 53-60.

12. Экологическое состояние поверхностных вод г. Дубны как один из факторов воздействия на здоровье среды и населения / И. А. Кирпичев, О. А. Савватеева, Р. Г. Джамалов, Е. А. Старостин // *Успехи современного естествознания*, 2020, № 12, с. 85-91.

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

Поступила в редакцию: 16.03.2023

Принята к публикации: 28.05.2024

GEOECOLOGY

UDC 556.535.8

ISSN 1609-0683

DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/2/100-106>

Monitoring of Metal Concentrations in Small Rivers of Krasnoyarsk City

D. A. Prysov , O. N. Zubareva, M. A. Plyashechnik, A. D. Koshkarov

*V. N. Sukachev Institute of Forest of the Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation
(50/28, Akademgorodok, Krasnoyarsk, 660036)*

Abstract. The purpose of this study is a comparative analysis of the results of monitoring of the concentrations of metals – total iron (Fe_{total}), copper (Cu), aluminium (Al), manganese (Mn), nickel (Ni) – in the surface waters of small rivers of Krasnoyarsk city.

Materials and methods. Water sampling at selected observation sites was carried out during summer-autumn low water (at minimum flow and during rainfall floods) in 2020-2021. The content of metals (Fe_{total}, Cu, Al, Mn, Ni) was studied by atomic absorption spectrometry.

Results and Discussion. For the period 2020-2021 in the water of the Cheremushka River, the average concentration of copper varies between 0.0014-0.0129 mg/dm³; manganese, 0.0099-0.2390 mg/dm³; total iron, 0.027-0.170 mg/dm³; in the Bugach River, copper: 0.0012-0.0163 mg/dm³ and manganese – 0.007-0.084 mg/dm³; in the Kacha River – copper: 0.0015-0.0032 mg/dm³ and manganese: 0.0060-0.0445 mg/dm³.

Conclusions. The results of the research showed that exceeding the maximum permissible concentration of fishery purpose in the Bugach River is most often observed for metals such as copper and manganese, in the Cheremushka River – copper, manganese and total iron; in the Kacha River – copper and manganese.

Keywords: small rivers, monitoring, pollutants, metals, anthropogenic impact, Krasnoyarsk city.

Funding: The work was carried out within the framework of the basic project of IL SB RAS № 0287-2022-0004. "Condition and functioning of components of anthropogenic-transformed ecosystems in conditions of large megacities of Siberia".

For citation: Prysov D. A., Zubareva O. N., Plyashechnik M. A., Koshkarov A. D. Monitoring of Metal Concentrations in Small Rivers of Krasnoyarsk City. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia*, 2024, no. 2, pp. 116-122 (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/2/100-106>

© Prysov D. A., Zubareva O. N., Plyashechnik M. A., Koshkarov A. D., 2024

 Dmitry A. Prysov, e-mail: dimka201223@mail.ru



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

REFERENCES

1. *State Water Bodies Register*. – URL: <http://www.textual.ru/gvr/> (accessed: 25.09.2019). – Text: electronic.
2. *The 2021 environment condition and environmental engineering in Krasnoyarsk krai*. – URL: <http://krasecology.ru/Data/Docs/Svodnyj%20Doklad%20-%202021.pdf> (accessed: 08.09.2022). – Text: electronic.
3. Lebedev I.V., Kamanina I.Z., Kaplina S.P. Soderzhanie tyazhelyh metallov v vodotokah goroda Lipeck [Content of Heavy metals in the Lipetsk City Watercourses]. *Vestnik VGU. Seriya: Geografiya. Geoekologiya*, 2022, no. 1, pp. 74-82. (In Russ.)
4. Miloshevich H., Tasejko O.V., Spicyna T.P., Panin S. Modelirovanie samoochishcheniya malyh rek v usloviyah rezko kontinental'nogo klimata Central'noj Sibiri [Self-purification modeling of the small rivers in Central Siberia]. *Izvestiya Kyrgyzskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. I. Razzakova*, 2016, no. 3-1(39), pp. 335-342. (In Russ.)
5. *Environmental Effect Evaluation*. – URL: https://rusal.ru/sustainability/environmental-protection/slushaniya/Kniga%201_Ocenka%20vozdeystviya%20na%20okruzhayushchuyu%20sredu_CHast%201_KRAZ.pdf (accessed: 06.12.2022). – Text: electronic.
6. Durnev V.F., Kosmakov I.V., Petrov V.M., Shulepina S.P. Ocenka sostoyaniya reki Cheremushka v predelakh severnoj promzony g. Krasnoyarska [Assessment of the Cheremushka river state within the northern industrial zone in Krasnoyarsk]. *Inzhenernye izyskaniya*, 2013, no. 14, pp. 56-64. (In Russ.)
7. *Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation on Water Quality Standards of and Maximum Permissible Concentrations of Hazardous Substances in Fishery Water Bodies No. 552 of January 13, 2016 (Revision of October 12, 2018) (Registered by the Russian Ministry of Justice No. 45203 of January 13, 2017)*. – URL: <https://base.garant.ru/71586774/> (accessed: 07.08.2021). – Text: electronic.
8. Sahnova N.V. Donnye soobshchestva v ocenke kachestva vody r. Cheremushka (bassejn r. Enisej) [Bottom communities as an indicator of water quality of the Cheremushka River, the Yenisei River basin]. *Materialy VIII Vserossijskoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchyonyh, posvyashchennoj 155-letiyu so dnya rozhdeniya K.E. Ciolkovskogo*, 2012. (In Russ.)
9. Spicyna T.P., Tasejko O.V. Geohimicheskaya i ekologicheskaya ocenka soderzhaniya metallov v snegovoy vode i poverhnostnyh vodah bassejna reki Bazaihi (Krasnoyarskij kraj) [Geochemical and ecological assessments of metal content in snow water and surface waters of the Bazaikha river basin (Krasnoyarsk krai)]. *Geografiya i prirodnye resursy*, 2022, vol. 43, no. 3, pp. 52-62. (In Russ.)
10. Spicyna T.P., Tasejko O.V. Kompleksnye kriterii samo-ochishcheniya vodotokov [Complex criteria for estimation of water stream self-purification]. *Vestnik TvGU. Seriya «Biologiya i ekologiya*, 2018, no. 2, pp. 248-262. (In Russ.)
11. Tekhnogennoe zagryaznenie malyh rek v cherte g. Sibaya / Z.B. Baktybaeva, R.A. Sulejmanov, T.K. Valeev i dr. [Technogenic pollution of small rivers within the town of Sibay]. *Medicina truda i ekologiya cheloveka*, 2016, no.2, pp. 53-60. (In Russ.)
12. Ekologicheskoe sostoyanie poverhnostnyh vod g. Dubny kak odin iz faktorov vozdeystviya na zdorov'e srede i naseleniya / I.A. Kirpichev, O.A. Savvateeva, R.G. Dzhamalov i dr. [Ecological state of surface water in Dubna City as one of the factors of impact on environment and population health]. *Uspekhi sovremennoy estestvoznaniya*, 2020, no. 12, pp. 85-91. (In Russ.)

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

Received: 16.03.2023
Accepted: 28.05.2024

Прысов Дмитрий Александрович
кандидат биологических наук, младший научный сотрудник
лаборатории эоурбанистики Института леса им. В. Н. Сука-
чева СО РАН – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО
РАН, г. Красноярск, Российская Федерация, ORCID: 0000-
0003-4638-089X, e-mail: dimka201223@mail.ru

Зубарева Ольга Николаевна
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
лаборатории эоурбанистики Института леса им. В. Н. Сука-
чева СО РАН – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО
РАН, г. Красноярск, Российская Федерация, ORCID: 0000-
0002-1755-7855, e-mail: zon@ksc.krasn.ru

Пляшечник Мария Анатольевна
Научный сотрудник лаборатории физико-химической биоло-
гии древесных растений Института леса им. В. Н. Сукачева
СО РАН – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН,
г. Красноярск, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6879-0710>, e-mail: lilwood@ksc.krasn.ru

Кошкарров Алексей Дмитриевич
Кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
лаборатории эоурбанистики Института леса им. В. Н. Сука-
чева СО РАН – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО
РАН, г. Красноярск, Российская Федерация, ORCID: 0000-
0002-1357-3997, e-mail: koshkarov.al@ksc.krasn.ru

Dmitry A. Prysov
Cand. Sci. (Biol.), Junior Research Scientist for the Laboratory
of Ecourbanistics, V.N. Sukachev Institute of Forest of the Si-
berian Branch of the Russian Academy of Sciences, Federal Re-
search Center Krasnoyarsk Scientific Center, Siberian Branch,
Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russian Federation,
ORCID: 0000-0003-4638-089X, e-mail: dimka201223@mail.ru

Olga N. Zubareva
Cand. Sci. (Biol.), Senior Research Scientist for the Laboratory of
Ecourbanistics, V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Acad-
emy of Sciences, Siberian Branch Federal Research Center Kras-
noyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Siberian
Branch, Krasnoyarsk, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-
1755-7855, e-mail: zon@ksc.krasn.ru

Maria A. Plyashechnik
Research Scientist for the Laboratory on Physical and Chemical
Biology of Timber Plants, V.N. Sukachev Institute of Forest, Rus-
sian Academy of Sciences, Siberian Branch Federal Research Center
Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Sibe-
rian Branch, Krasnoyarsk, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6879-0710>, e-mail: lilwood@ksc.krasn.ru

Alexey D. Koshkarov
Cand. Sci. (Biol.), Senior Research Scientist for the Laboratory of
Ecourbanistics, V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Acad-
emy of Sciences, Siberian Branch Federal Research Center Kras-
noyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Sibe-
rian Branch, Krasnoyarsk, Russian Federation, ORCID: 0000-
0002-1357-3997, e-mail: koshkarov.al@ksc.krasn.ru