

УДК 556.114.7

## ОСОБЕННОСТИ КАЧЕСТВА ВОДЫ МАЛЫХ РЕК ХАБАРОВСКА В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

© 2019 г. В. П. Шестеркин<sup>1,\*</sup>, М. И. Афанасьева<sup>1</sup>, Н. М. Шестеркина

<sup>1</sup>Институт водных и экологических проблем ДВО РАН (ИВЭП ДВО РАН),

ул. Дикопольцева, 56, Хабаровск, 680000 Россия

\*E-mail: shesterkin@ivep.as.khb.ru

Поступила в редакцию 7.02.2019 г.

После исправления 18.03.2019 г.

Представлены результаты исследований химического состава вод малых рек г. Хабаровска и его окрестностей в зимнюю межень 2017–2018 гг. Показано значительное варьирование концентраций растворенных веществ в речных водах, обусловленное большими различиями химического состава подстилающих пород, подземных и сточных вод, а также вод из изношенных систем водоснабжения и водоотведения. Установлены гидрокарбонатно-кальциевый состав вод, наименьшие значения pH и минерализации, концентрации фосфатов, доминирование сульфатного иона над хлоридным и нитратного азота над аммонийным в водах рек заповедных территорий. Более высокое содержание растворенных веществ и гидрокарбонатно-кальциевый (иногда магниевый) состав характерны для вод рек окраин города, питающихся преимущественно подземными водами аллювиальных отложений. Гидрокарбонатно-натриевый (редко аммониевый) состав вод, максимальные концентрации основных ионов, загрязнение фосфатами, аммонийным азотом, нефтепродуктами и АПАВ, отсутствие нитритного и нитратного азота в анаэробных условиях отмечены в водах рек окраины города, являющихся приемниками сточных вод. Установлены гидрокарбонатно-кальциевый состав вод, снижение в течение зимы повышенных концентраций основных ионов, загрязнения аммонийным и нитритным азотом, фосфатами и нефтепродуктами вод рек центральной части города, питающихся подземными водами и водами из изношенных систем водоснабжения и водоотведения.

**Ключевые слова:** *Хабаровск, малые реки, зимняя межень, минерализация, качество воды, загрязнение, биогенные вещества, нефтепродукты.*

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-78092019342-51>

### ВВЕДЕНИЕ

Химический состав речных вод урбанизированных территорий формируется в результате воздействия природных и антропогенных факторов. Влияние последних вызывает изменение естественных гидрохимических характеристик рек от незначительных до значительной трансформации химического состава вод [10].

В г. Хабаровске проблема качества вод малых рек существует давно. Санитарный врач Чириков А.В. отмечал в 1905 г., что «для г. Хабаровска реки Плюснинка, Чердымовка и Лесопилка, впадающие в Амур, по-видимому, предназначены городской администрацией для роли естественной канализации» [12, с. 4]. Далее он продолжал «...по ложу речки Плюснинки струится клоачная жидкость и несколько ниже казенного дебаркадера изливается в реку,

к несчастью именно в том месте, где берут воду как водовозы, так и корейцы-водоносы. ... Вообще г. Хабаровску следовало бы серьезное внимание уделить на упорядочение этих трех злосчастных реченок, имеющих для народа существенное антигигиеническое значение» [12, с. 127].

Последующее расширение территории города затронуло водосборы рек Березовая, Черная, Красная речка и др.; после 1957 г. реки Плюснинка, Чердымовка и Лесопилка были убраны в бетонные коллекторы.

С 1975 г. Дальневосточное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды проводит наблюдения за качеством вод в период открытого русла рек Черная и Березовая, дренирующей северо-восточную часть города. В настоящее время эти водотоки стали приемниками загрязнен-

ных сточных вод МУП Хабаровска “Водоканал” и др. предприятий и, согласно данным Росгидромета, – “очень грязные” (4 класс, разряд «в»). В 2015 г. в эти водотоки поступило (т): аммонийного азота – 91; нефтепродуктов – 6.4; фосфатов – 8.4.<sup>1</sup>

Исследования ИВЭП ДВО РАН в 1997-1998 гг. позволили получить первые данные о содержании загрязняющих веществ в воде притоков Черная и Березовая [6, 13], дать информацию о минерализации вод малых рек в Хабаровске и его окрестностях [3]. Дальнейшее расширение территории города и численности населения (в 2018 г. до 386 км<sup>2</sup> и 618.2 тыс. человек), застройка окраин коттеджами и микрорайонами, снижение промышленного производства и значительный рост автотранспорта не могли не оказать влияния на качество вод малых рек Хабаровска.

Основная цель выполненного исследования – изучение пространственно-временной изменчивости химического состава вод малых рек Хабаровска в зимнюю межень (наиболее сложный для водотоков период, когда влияние хозяйственной деятельности проявляется наиболее заметно).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Гидрохимические исследования осуществляли с декабря 2017 г. по февраль 2018 г. в центральной части Хабаровска ежемесячно, в остальной части города и его окрестностях, в том числе в Государственном заповеднике “Большехехцирский” и республиканском заказнике “Хехцир”, – эпизодически. Схема района исследований представлена на рис. 1. Пробы воды отбирали с поверхности. Анализ проводили в ЦКП “Межрегиональный центр экологического мониторинга гидроузлов” при ИВЭП ДВО РАН по общепринятым при гидрохимических исследованиях методикам<sup>2</sup>. Определяли значения pH, концентрации основных ионов, нитратного, нитритного и аммонийного азота, минерального фосфора, железа, кремния. Содержание органических веществ оценивалось по величине перманганатной окисляемости (ПО), содержанию нефтепродуктов и АПАВ.

При оценке степени загрязненности вод использовали значения предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ для водных объектов рыбохозяйственного значения, принятых в Российской Федерации<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Хабаровского края в 2015 году» / Под ред. А.Б. Ермолина. Хабаровск: ООО «Принт – 2», 2016. 256 с.

<sup>2</sup> РД 52.18.595-96 Федеральный перечень Методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды (с Изменениями N 1, 2, 3). <http://docs.cntd.ru/document/1200036098> (дата обращения 09.06.2018)

<sup>3</sup> Приказ Министерства сельского хозяйства России № 552



**Рис. 1.** Схема расположения водотоков: 1 – Быкова; 2 – Половинка; 3 – Осиновая; 4 – Левая; 5 – Правая; 6 – Матрениха; 7 – Безымянная; 8 – Красная речка; 9 – Черная; 10 – Гнилая падь; 11 – Полежаевка; 12 – Плюснинка; 13 – Чердымовка; 14 – Лесопилка; 15 – Осиповка; 16 – Березовая.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Химический состав вод малых рек Хабаровска и его окрестностей формируется на Среднеамурской низменности, ограниченной на севере Воронежскими высотами, на юге – предгорьями Большого и Малого Хехцира. Питание рек зимой осуществляется в основном подземными водами Воронежского (северная и центральная часть города) и Малохехцирского (южная часть) гидрогеологических массивов и Хабаровского артезианского бассейна (восточная часть). Воды этих массивов гидрокарбонатные, смешанного состава, с минерализацией 50-200 мг/дм<sup>3</sup>, артезианского бассейна – гидрокарбонатные кальциево-магниевого с минерализацией 150-200 мг/дм<sup>3</sup> [1]. Дополнительным источником питания являются воды систем водоснабжения и водоотведения из-за их изношенности.

от 13 декабря 2016 г. «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». <http://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minselhoza-Rossii-ot-13.12.2016-N-552> (дата обращения 09.06.2018)

Малые реки предгорьев Хехцира замерзают в конце декабря, на поверхности речного льда формируются наледи. Подобная ситуация складывается в январе в верхнем течении рек Осиповка, Черная, Березовая и Красная речка; в их среднем и нижнем течении появляется мощный ледяной покров. Реки Плюснинка, Чердымовка и Лесопилка, убранные в коллекторы, а также Матрениха, Полежаевка и Безымянная из-за питания сточными водами зимой не замерзают.

**Химический состав вод малых рек заповедных территорий** формируется на залесенных, сложенных трудно выщелачиваемыми породами склонах хр. Большой Хехцир. Значения рН преимущественно слабокислые, не превышают 6.6, минерализация – 55 мг/дм<sup>3</sup>. Среди катионов значительно доминирует Ca<sup>2+</sup> (43–58% экв), меньше содержится Mg<sup>2+</sup> (18.3–34.2% экв). Вода характеризуется существенным преобладанием HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (58–68% экв.), в меньшем количестве содержатся SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (23–28% экв) и Cl<sup>-</sup> (9–14% экв). Концентрации главных ионов изменяются в небольших пределах (табл. 1), наименьшие их значения наблюдаются в воде р. Быкова, дренирующей в верхнем течении гранитоиды Корфовского массива, а наибольшие – в воделевой и Осиновой, водосборы которых в основном сложены осадочными породами [3]. Поэтому по химическому составу воды относятся к гидрокарбонатному классу, группе кальция, первому типу [2]. Сравнение результатов состава

вод этих рек в зимний и летне-осенний периоды [14] свидетельствует о небольших различиях в содержании основных ионов.

Сходные концентрации главных ионов в отсутствии карста или проявлений и месторождений полезных ископаемых характерны для большинства малых таежных рек западного склона Сихотэ-Алиня [11], химический состав вод которых формируется в результате взаимодействия с подстилающими породами и почвами, зависит от климата, рельефа и др. [2].

Среди минеральных форм азота доминирует нитратная форма, ее содержание в воде варьирует в широких пределах (см. табл. 1). Максимальные значения в воде рек Быкова и Левая могут быть обусловлены наличием гарей после пожаров 1976 г. (наблюдения на западных склонах северного Сихотэ-Алиня свидетельствуют о длительном влиянии гарей на сток нитратов [15]). Повышение концентраций нитратного азота, вызванное травяными пожарами в Приамурье, отмечалось в воде исследуемых рек и в октябре 2003 г. [14]. В остальных водотоках содержание нитратного азота заметно ниже.

Концентрации аммонийного и нитритного азота, минерального фосфора и нефтепродуктов не превышают значений ПДК. Содержание кремния изменяется в узких пределах (4.7–6.0 мг/дм<sup>3</sup>), содержание растворенного железа – ниже предела обнаружения.

**Таблица 1.** Химический состав вод малых рек заповедных территорий

Показатель, ед. измерения	Река				
	Быкова	Половинка	Осиновая	Правая	Левая
рН, ед.	6.40	6.56	5.94	6.37	6.25
Na <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	1.5	3.2	3.8	3.9	3.1
K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<1.0	<1.0	1.0	<1.0	<1.0
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	3.8	5.5	6.7	5.9	7.6
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0.9	1.5	2.3	2.0	2.0
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	13.6	17.8	29.0	23.0	26.0
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	1.6	2.0	2.3	2.2	3.0
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	4.8	5.2	7.8	7.0	7.9
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0.06	0.09	0.06	0.06	0.08
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0.010	0.015	0.007	0.006	0.014
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	3.84	1.53	1.35	1.84	3.47
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0.015	0.037	0.044	0.035	0.015
Fe, мг/дм <sup>3</sup>	<0.02	0.06	<0.02	<0.02	<0.02
Si, мг/дм <sup>3</sup>	6.0	5.3	5.0	4.8	5.5
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	0.025	0.016	0.019	0.013	0.026
Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	30.2	37.4	54.3	45.6	54.7

**Малые реки окраин города с преимущественно одноэтажной застройкой, огородами и дачами** южной (Матрениха, Красная речка, Гнилая падь и др.) и северной (Осиповка, Полежаевка) части города характеризуются более высокими величинами рН и минерализации, чем водотоки заповедных территорий (табл. 2, 3).

Максимальные значения минерализации отмечены в воде рек Матрениха, Березовая, Гнилая падь, Безымянная, являющихся приемниками неочищенных сточных вод МУП Хабаровска «Водоканал» и др. предприятий. Большое влияние на содержание солей в воде оказывают процессы криогенного концентрирования, когда образование ледяного покрова приводит к повышению концентраций основных ионов. Поэтому по сравнению с осенью минерализация воды в Красной речке возросла в 2.8 раза, в Березовой – 1.9 раза. Минерализация воды снизилась лишь в Осиповке в 1.7 раз вследствие аккумуляции сточных вод в наледи, а в Полежаевке в 1.9 раза – из-за снижения стока этих вод.

Большие различия отмечаются в соотношениях между концентрациями главных ионов. В воде Осиповки в начале зимы доминирует ион магния (43% экв), в середине –  $\text{Ca}^{2+}$  (51% экв). Сброс неочищенных сточных вод в Матрениху обуславливает в воде этой реки преобладание  $\text{Na}^+$  (34–43% экв). Аналогичная ситуация характерна для вод р. Березовой, в которой содержание  $\text{Na}^+$  в 2 раза выше, чем кальция. Незначительные различия в содержании  $\text{Na}^+$  и  $\text{Ca}^{2+}$  отмечаются только в водах рек Черная и Гнилая падь. Воды же Красной речки и Полежаевки выделяются значительным доминированием  $\text{Ca}^{2+}$  (50% экв), а воды Безымянной – аммонийного азота (45% экв). Среди анионов преобладает  $\text{HCO}_3^-$  (60–75% экв.), на втором месте находится  $\text{Cl}^-$  (17–34% экв). Подобный солевой состав воды Черной и Березовой отмечался и ранее [13]. Поэтому по химическому составу воды этих рек в основном относятся к гидрокарбонатному классу, группе кальция или натрия, первому или второму типу [2].

Характерная черта городских рек – повышенное содержание минеральных форм азота и фосфора вследствие сбросов сточных вод жилищно-коммунального хозяйства [4, 5, 7, 9 и др.]. В этом отношении и реки Хабаровска не являются исключением.

Аммонийная форма – основная форма соединений азота в воде большинства рек, за исключением Красной речки, Полежаевки и Осиповки (см. табл. 2, 3). Повышению содержания  $\text{NH}_4^+$  способствуют процессы денитрификации, протекающие в условиях дефицита кислорода и большого количества органических веществ. Максимальными

значениями характеризуются воды Матренихи, Безымянной и Березовой, которые принимают неочищенные сточные воды, а также воды Гнилой пади и Черной, где в подледной воде растворенный кислород отсутствует вследствие разложения органических веществ. Поэтому содержание аммонийного азота в воде этих рек в 30 и более раз превышает значение ПДК. По сравнению с осенним

**Таблица 2.** Химический состав вод малых рек южной части Хабаровска

Показатель, ед. измерения	Река				
	Матрениха	Безымянная	Красная речка	Черная	Гнилая падь
рН, ед.	$\frac{6.86-7.08}{6.97}$	7.09	6.77	7.07	7.14
$\text{Na}^+$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{51.2-90.0}{70.6}$	23.7	42.7	34.9	48.4
$\text{K}^+$ , мг/дм <sup>3</sup>	12.5	11.5	11	11.5	15.0
$\text{Ca}^{2+}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{31-35}{33}$	23	75	35	66
$\text{Mg}^{2+}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{12.7-15.3}{14.0}$	10.2	18.9	8.2	17.3
$\text{HCO}_3^-$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{361-485}{423}$	260	237	260	323
$\text{Cl}^-$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{56-60}{58}$	32	86	52	71
$\text{SO}_4^{2-}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{21-28}{25}$	26	42	33	24
$\text{NH}_4^+$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{16.6-41.0}{28.8}$	48.0	0.71	19.3	17.8
$\text{NO}_2^-$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{<0.03-0.16}{0.10}$	<0.03	0.24	<0.03	<0.03
$\text{NO}_3^-$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{<0.04-1.37}{0.71}$	<0.04	6.49	0.24	0.09
$\text{HPO}_4^{2-}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{0.07-1.92}{1.00}$	1.97	1.35	17.10	4.73
Fe, мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{0.25-0.31}{0.28}$	0.15	<0.02	0.05	0.23
Si, мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{8.2-9.7}{9.0}$	6.8	11.5	6.8	12.3
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{0.73-4.32}{2.53}$	5.24	0,28	0.09	0.08
АПАВ, мг/дм <sup>3</sup>	2.84	1.84	0.46	0.58	0.96
Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{570-750}{660}$	436	521	471	588

Примечание. Здесь и в табл. 3, 4 в числителе – минимальное и максимальное, в знаменателе – среднее значения.

периодом его содержание в воде Березовой возросло в 53 раза, Матренихи – в 4 раза, Гнилой пади – в 1.6 раза. Иная ситуация наблюдается в Осиповке, в воде которой содержание аммонийного азота зимой уменьшилось в 59 раз из-за аккумуляции сточных вод в наледях. В начале ледостава снизилось его содержание в 1.6 раза и в воде Красной речки.

Появление нитритного азота ( $\text{NO}_2^-$ ) в воде рек обусловлено в основном процессами разложения органических веществ и нитрификации. Содержание этого вещества изменяется в широких пределах (см. табл. 2, 3), загрязнение вод Матренихи

**Таблица 3.** Химический состав вод малых рек северной части Хабаровска

Показатель, ед. измерения	Река		
	Полежаевка	Осиповка	Березовая
pH, единицы pH	$\frac{6.95-6.99}{6.97}$	$\frac{6.86-7.02}{6.94}$	7.46
$\text{Na}^+$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{9.2-17.2}{12.9}$	$\frac{13.0-16.7}{14.9}$	80.0
$\text{K}^+$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{2.5-3.5}{3.2}$	$\frac{2.5-5.0}{3.8}$	10.0
$\text{Ca}^{2+}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{21-34}{28}$	$\frac{24-33}{29}$	35
$\text{Mg}^{2+}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{7.2-10.6}{9.0}$	$\frac{11.6-18.9}{15.3}$	10.2
$\text{HCO}_3^-$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{91-136}{114}$	$\frac{127-129}{128}$	290
Cl, мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{13-20}{17}$	$\frac{19-26}{23}$	60
$\text{SO}_4^{2-}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{13-23}{18}$	$\frac{20-29}{25}$	55
$\text{NH}_4^+$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{0.5-1.2}{0.9}$	$\frac{0.28-0.36}{0.32}$	22.4
$\text{NO}_2^-$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{0.06-0.15}{0.10}$	$\frac{0.03-0.07}{0.05}$	0.06
$\text{NO}_3^-$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{6.49-8.70}{7.53}$	$\frac{2.9-6.3}{4.6}$	0.20
$\text{HPO}_4^{2-}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{0.05-0.16}{0.11}$	$\frac{0.26-0.83}{0.55}$	1.27
Fe, мг/дм <sup>3</sup>	<0.02	<0.02	0.03
Si, мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{5.1-6.6}{5.8}$	$\frac{6.0-7.5}{6.8}$	10.4
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{0.08-1.22}{0.46}$	$\frac{0.08-1.21}{0.65}$	0.45
АПАВ, мг/дм <sup>3</sup>	<0.025	$\frac{0.03-0.26}{0.15}$	1.27
Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	$\frac{169-242}{211}$	$\frac{239-247}{243}$	564

и Красной речки отмечается лишь в начале ледостава. С появлением анаэробных условий концентрация  $\text{NO}_2^-$  снижается до предела обнаружения.

Максимальная концентрация нитратного азота ( $\text{NO}_3^-$ ) отмечается в воде Красной речки, Полежаевки и Осиповки (см. табл. 2, 3) из-за повышения его содержания в подземных водах (в 2017 г. в одном из колодцев содержание Cl достигало 171 мг/дм<sup>3</sup>,  $\text{NO}_3^-$  – 102 мг/дм<sup>3</sup>, фосфатов – 0.42 мг/дм<sup>3</sup>), что является следствием широкого использования минеральных удобрений на садово-огородных участках. В остальных водотоках концентрация нитратного азота зимой в результате процессов денитрификации снижается до предела обнаружения.

Бликие уровни концентраций окисных форм минерального азота в воде рек Черная и Березовая отмечались в зимнюю межень и ранее [13].

Анаэробные условия в воде Матренихи, Безымянной и Гнилой пади влияют и на содержание железа, вызывая его поступление из донных отложений в воду. Поэтому воды этих рек загрязнены железом (до 3 ПДК), в остальных водотоках его содержание не превышает 0.05 мг/дм<sup>3</sup>.

В больших пределах изменяются концентрации фосфатов, максимальные значения которых вследствие использования моющих средств и их поступлений из донных отложений вследствие анаэробных условий отмечаются в водах рек Черная и Гнилая падь (см. табл. 2). Высокие концентрации этого вещества в воде Черной, Матренихи и Березовой наблюдались 1997-1998 гг. [6, 13], что свидетельствует о хроническом загрязнении этих водотоков фосфатами. Воды остальных рек загрязнены этим веществом в меньшей степени.

В узком диапазоне концентраций изменяется содержание кремния (см. табл. 2, 3), наибольшие значения которого вследствие процессов криогенного концентрирования отмечаются в воде Красной речки, Березовой и Гнилой пади.

Малые реки многих крупных городов России загрязнены нефтепродуктами: в г. Новосибирск их содержание достигает 25.6 ПДК [9], в г. Екатеринбург превышает значение ПДК в сотни раз [4]. В Хабаровске максимальное загрязнение нефтепродуктами характерно для рек Матрениха (86 ПДК) и Безымянная (105 ПДК), принимающих неочищенные сточные воды, а также рек Осиповка и Полежаевка (24 ПДК) из-за загрязнения подземных вод. В остальных водотоках содержание нефтепродуктов ниже.

Максимальным загрязнением вод анионными поверхностно-активными веществами (АПАВ), так же как и нефтепродуктами, характеризуются воды Матренихи (20 ПДК) и Безымянной

(18.4 ПДК). Значительно меньше содержится этих веществ в воде Осиповки (2.6 ПДК).

Большие различия химического состава речных вод окраин города вызваны поступлением загрязняющих веществ от расположенных на поверхности водосбора сосредоточенных и диффузионных источников подземных вод. Существенное значение имеют процессы криогенного концентрирования в укрытых ледяным покровом водотоках и аккумуляция растворенных веществ в наледях. На содержание биогенных веществ большое влияние оказывают анаэробные условия, обуславливающие снижение концентраций окисных форм азота до предела обнаружения и повышение содержания минерального фосфора вследствие его поступления в воду из донных отложений.

**Малые реки центральной исторической части города** (Чердымовка, Лесопилка и Плюснинка), питающиеся водами изношенных систем водоснабжения и водоотведения и подземными водами, отличаются слабощелочными значениями рН и более низкой, чем на окраинах, минерализацией (табл. 4). Различия в значениях обусловлены тем, что минерализация воды р. Амур, основного источника водоснабжения города, не превышает 145 мг/дм<sup>3</sup> [16]. Наименьшее значение минерализации отмечено в р. Чердымовка, на водосборе которой в большей степени сохранились малоэтажные строения. В воде рек Лесопилка и Плюснинка, дренирующих территорию города с высотной застройкой, она выше в 1.9 и 2.2 раза соответственно [17]. В начале зимы среди катионов преобладал Ca<sup>2+</sup> (49-52% экв), меньше содержалось Na<sup>+</sup> (21-28% экв). В анионном составе наблюдалось доминирование HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (55-72% экв), на втором месте – Cl<sup>-</sup> (20-29% экв).

В течение зимы минерализация воды в Чердымовке изменяется в узких пределах, в то время как в остальных водотоках снижается в 1.2-1.4 раза, возможно, из-за разбавления жилищно-коммунальными водами. Изменяется и солевой состав. В воде Чердымовки и Плюснинки содержания Ca<sup>2+</sup> в начале сезона возрастают до 60% экв, а затем снижаются до 36-47% экв, при этом доля Na<sup>+</sup> понижается до 14-20% мг-экв, а Mg<sup>2+</sup> возрастает до 28%. Содержание Na<sup>+</sup> остается более высоким, чем Mg<sup>2+</sup>, лишь в р. Лесопилка. Воды этих рек относятся к гидрокарбонатному классу, группе кальция, первому типу [2].

Среди минеральных форм азота в декабре доминирует ион аммония, максимальное содержание которого зафиксировано в воде Лесопилки (рис. 2). Речные воды загрязнены также нитритным азотом, наибольшие значения которого характерны для вод Чердымовки и Лесопилки (до 5 ПДК). Содержание нитратного азота не превышает 7.2 мг/дм<sup>3</sup> и сопоставимо с содержанием в водах таежных рек,

дренирующих гари Сихотэ-Алиня [15]. Концентрация фосфора также варьирует в больших пределах (см. табл. 4), максимальное значение отмечено в воде Лесопилки (7 ПДК), что свидетельствует о высоком ее загрязнении сточными водами жилищно-коммунального хозяйства.

В зимний период эпизодическое поступление солей с водами водоснабжения и водоотведения наряду с загрязнением подземных вод обуславливает изменения в содержании биогенных веществ. Концентрация аммонийного азота в начале сезона

**Таблица 4.** Химический состав вод малых рек центральной части Хабаровска

Показатель, ед. измерения	Река		
	Плюснинка	Чердымовка	Лесопилка
рН, единицы рН	<u>7.50-8.27</u> 7.83	<u>7.21-7.40</u> 7.31	<u>6.92-7.48</u> 7.20
Na <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>14.1-25.0</u> 24.3	<u>8.9-19.3</u> 14.3	<u>11.5-27.2</u> 20.4
K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>5.0-6.5</u> 5.5	2.5	<u>2.5-6.5</u> 4.7
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>54-74</u> 66	<u>29-37</u> 33	<u>29-44</u> 35
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>19.1-24.0</u> 21.0	<u>8.2-10.2</u> 9.0	<u>5.6-8.7</u> 6.8
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>260-308</u> 289	<u>106-140</u> 124	<u>166-263</u> 202
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>38-51</u> 46	<u>21-32</u> 26	<u>33-44</u> 37
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>21-23</u> 22	<u>13-24</u> 18	<u>16-22</u> 19
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>0.8-3.5</u> 2.2	<u>2.6-7.4</u> 4.3	<u>9.2-16.7</u> 14.1
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>0.13-0.22</u> 0.17	<u>0.24-0.41</u> 0.33	<u>0.16-0.39</u> 0.30
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>3.60-7.20</u> 5.81	<u>2.05-4.71</u> 3.76	<u>1.40-6.42</u> 3.12
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	<u>0.03-0.08</u> 0.06	<u>0.12-0.77</u> 0.40	<u>1.23-2.28</u> 1.61
Fe, мг/дм <sup>3</sup>	<u>&lt;0.02-0.06</u> 0.04	<u>&lt;0.02-0.08</u> 0.04	<u>0.04-0.05</u> 0.05
Si, мг/дм <sup>3</sup>	<u>6.0-7.7</u> 6.8	<u>5.2-6.9</u> 6.0	<u>6.6-7.3</u> 6.9
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	<u>0.14-1.22</u> 0.55	<u>0.14-1.78</u> 1.04	<u>1.11-1.78</u> 1.60
АПАВ, мг/дм <sup>3</sup>	<u>0.08-0.14</u> 0.11	<u>0.03-0.12</u> 0,07	<u>0.22-0.39</u> 0.33
Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	<u>435-512</u> 482	<u>230-243</u> 237	<u>279-439</u> 342

резко снижается, но потом возрастает, достигая в воде Плюснинки и Лесопилки максимальных за период наблюдений значений (см. рис. 2). Отмечаются постепенное уменьшение загрязнения нитритным азотом и повышение концентрации нитратного азота в воде Чердымовки и Плюснинки. Иная ситуация наблюдается в воде р. Лесопилка, где появление анаэробных условий обуславливает снижение концентрации нитратного азота и усиление загрязнения нитритным азотом.

В динамике фосфора зафиксированы отсутствие больших изменений в воде Плюснинки и снижение его содержания в водах Чердымовки и Лесопилки.

Содержание органического вещества, определяемого по величине перманганатной окисляемости (ПО), в водах Плюснинки и Чердымовки находится ниже 8 мгО/дм<sup>3</sup>, а в р. Лесопилка достигает 21.2 мгО/дм<sup>3</sup>. Такие значительные различия в содержании органического вещества, так же как и аммонийного азота, свидетельствуют о более высокой загрязненности вод Лесопилки.

Воды исследуемых рек загрязнены нефтепродуктами, содержание которых в течение зимы возрастает с 2.8-4.4 до 22-24 ПДК. Такое повышение концентраций этих веществ зимой свидетельствует об усилении влияния подземных вод, в которые нефтепродукты поступают от городского транспорта, гаражей частного сектора и др.

Концентрация АПАВ в речных водах в основном находится ниже значения ПДК. Исключением является р. Лесопилка, в водах которой содержание АПАВ в течение ледостава составляет 2-3 ПДК.

Таким образом, воды рек центральной части Хабаровска, питающиеся подземными водами и водами из изношенных систем водоснабжения и водоотведения, характеризуются небольшой амплитудой колебаний концентраций растворенных веществ, загрязнением нитритным и аммонийным азотом, фосфатами и нефтепродуктами.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Водотоки Хабаровска и его окрестностей в зимнюю межень значительно различаются по химическому составу и содержанию растворенных веществ, которые обусловлены большими различиями в химическом составе подстилающих пород и почв, подземных и сточных вод, вод систем водоснабжения и водоотведения.

1. Малые реки заповедных территорий характеризуются гидрокарбонатно-кальциевым составом вод, низкими значениями рН, минерализации и концентраций растворенных веществ, превышением содержания сульфатов над хлоридами и нитратного азота над аммонийным и нитритным азотом. Разли-

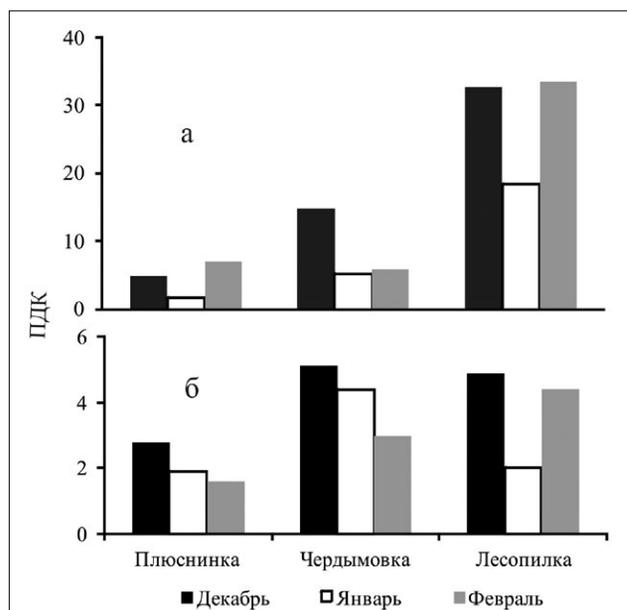


Рис. 2. Содержания аммонийного (а) и нитритного (б) азота в воде рек центральной части Хабаровска в декабре 2017 г. – феврале 2018 г.

чия в содержании главных ионов обусловлены отличиями в составе подстилающих пород, нитратного азота – влиянием пирогенного фактора.

2. Речные воды окраин города с преимущественно одноэтажной застройкой отличаются большим разнообразием химического состава из-за поступления веществ от расположенных на водосборной площади сосредоточенных и диффузионных источников, а также подземными водами. Большую роль играют процессы криогенного концентрирования в укрытых ледяным покровом водотоках и аккумуляция растворенных веществ в наледях. Водотоки характеризуются максимальными значениями рН и минерализации, гидрокарбонатно-кальциевым, магниевым, натриевым или аммониевым составом, загрязнены аммонийным азотом и фосфатами, нефтепродуктами и АПАВ. На содержание окисных форм азота и фосфатов большое влияние оказывают анаэробные условия, вызывающие снижение концентраций нитратного и нитритного азота до предела обнаружения, и повышение содержания фосфатов из-за их поступления в воду из донных отложений.

3. Малые реки центральной части Хабаровска вследствие питания подземными водами, а также водами из изношенных систем водоснабжения и водоотведения имеют гидрокарбонатно-кальциевый состав и в основном слабощелочные значения рН, загрязнены аммонийным и нитритным азотом, фосфатами и нефтепродуктами, редко АПАВ. Воды характеризуются небольшой амплитудой колебаний

концентраций основных ионов и повышенным содержанием нитратного азота. Эпизодическое поступление солей с водами водоснабжения и водоотведения в условиях загрязнения подземных вод обуславливает широкое варьирование содержания растворенных веществ в течение зимнего периода.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аверьянова Л.П., Горейко Д.Л., Кулаков В.В.* Подземные воды района Хабаровска и их загрязнение // Хабаровск: как он есть сегодня (экологическое состояние). Хабаровск: Приамурское географическое общество. 1998. С. 115-118.
2. *Алекин О.А.* Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеопиздат, 1970. 442 с.
3. Историко-географический атлас города Хабаровска. Хабаровск: ФГУП «Дальневосточное аэрогеодезическое предприятие», 2008. 160 с.
4. *Лобченко Е.Е., Минина Л.И., Гончаров А.В., Ничипорова И.П., Сорокина Е.Ф.* Тенденции изменения качества поверхностных вод в районе г. Екатеринбурга // Современные проблемы гидрохимии и формирования качества вод: матер. науч. конф. с междунар. участием. Ростов-на-Дону: ГХИ, 2010. С. 130-133.
5. *Лобченко Е.Е., Минина Л.И., Лямперт Н.А., Ничипорова И.П., Листопадова Н.Н.* Динамика уровня загрязненности поверхностных вод бассейна р. Москва // Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод: матер. науч. конф. с междунар. участием. Ростов-на-Дону: ГХИ. 2015. Ч. I. С. 84-88.
6. *Морина О.М., Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М., Иванова Е.Г.* Проблемы качества малых рек г. Хабаровск и его окрестностей // Города Дальнего Востока: экология и жизнь человека: матер. конф. Владивосток-Хабаровск: ДВО РАН, 2003. С. 104-106.
7. *Нефедова Е.Г.* Внутригодовая изменчивость содержания основных поллютантов в малых водотоках городского округа г. Воронеж // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: труды VI междунар. науч.-практ. конф. Пермь: ПГУ, 2017. Т. 2. С. 73-76.
8. *Овчарова Е.П., Хомич В.С., Чудук В.Н.* Влияние поверхностного стока с городской территории на химический состав и качество речных вод // Экологическое состояние водных объектов. Качество вод и научные основы их охраны: докл. VI Всерос. гидрологического съезда. М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. С. 154-158.
9. *Седых В.А., Рощина Е.В.* Оценка уровня загрязнения малых рек в черте города Новосибирска нефтепродуктами // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: труды III Всерос. науч. конф. с междунар. участием. Барнаул. 2017. Т. 1. С. 190-195.
10. *Скакальский Б.Г.* Формирование гидрохимического режима поверхностных вод в условиях антропогенного воздействия // Экологическое состояние водных объектов. Качество вод и научные основы их охраны: докл. VI Всерос. гидрологического съезда. М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. С. 99-109.
11. *Форина Ю.А., Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М., Таловская В.С.* Гидрохимия малых рек западного склона Сихотэ-Алиня // Биогеохимические и гидроэкологические параметры наземных и водных экосистем. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2011. С. 125-135.
12. *Чуриков А.В.* Реки Амурского бассейна (Шилка, Амур и Сунгари) в санитарном отношении. СПб.: МПС, 1905. 133 с.
13. *Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М.* Гидрохимия речных вод г. Хабаровска // Геохимические и биогеохимические процессы в экосистемах Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1999. С. 112-119.
14. *Шестеркина Н.М., Форина Ю.А., Шестеркин В.П.* Гидрохимия малых рек хребта Большой Хехцир // Биогеохимические и геоэкологические процессы в экосистемах. Владивосток: Дальнаука, 2005. С. 201-208.
15. *Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М.* Многолетняя динамика химического состава вод таежных рек на горах северного Сихотэ-Алиня // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2017. Т. 28. № 2. С. 56-70.
16. *Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М.* Трансформация химического состава вод среднего Амура в зимнюю межень после трансграничного загрязнения 2005 года // География и природные ресурсы. 2018. № 1. С. 52-58.
17. *Шестеркин В.П., Афанасьева М.И., Шестеркина Н.М.* Гидрохимия малых рек центральной части г. Хабаровск в зимний период // Геосистемы в Северо-Восточной Азии. Типы, современное состояние и перспективы развития: матер. VI Всерос. науч.-практ. конф. Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2018. С. 298-301.

### REFERENCES

1. *Aver'yanova, L.P., Goreiko, D.L., Kulakov, V.V.* Podzemnye vody raiona Khabarovska i ikh zagryaznenie [Groundwater of the Khabarovsk region and their pollution]. Khabarovsk: kak on est' segodnya (ekologicheskoe sostoyanie) [Khabarovsk as it is today (ecological condition)]. Khabarovsk: Priamurskoe geograficheskoe obshchestvo. 1998, pp. 115-118. (in Russian)

2. Alekin, O.A. *Osnovy gidrokhimii* [Basics of hydrochemistry]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1970, 442 p. (in Russian)
3. *Istoriko-geograficheskii atlas goroda Khabarovsk* [Historical and geographical atlas of the city of Khabarovsk]. Khabarovsk: FGUP «Dal'nevostochnoe aerogeodezicheskoe predpriyatie», 2008, 160 p. (in Russian)
4. Lobchenko, E.E., Minina, L.I., Goncharov, A.V., Nichiporova, I.P., Sorokina, E.F. *Tendentsii izmeneniya kachestva poverkhnostnykh vod v raione g. Ekaterinburg* [Trends in surface water quality near Yekaterinburg]. *Sovremennye problemy gidrokhimii i formirovaniya kachestva vod: mater. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem* [Current problems in hydrochemistry and water quality formation. Proc. Sci. Conf. with international participation]. Rostov-on-Don, GKHI, 2010, pp. 130-133. (in Russian)
5. Lobchenko, E.E., Minina, L.I., Lyampert, N.A., Nichiporova, I.P., Listopadova, N.N. *Dinamika urovnya zagryaznennosti poverkhnostnykh vod basseina r. Moskva* [Dynamics of the surface water contamination in the Moscow River]. *Sovremennye problemy gidrokhimii i formirovaniya kachestva vod: mater. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem* [Current problems in hydrochemistry and water quality formation. Proc. Sci. Conf. with international participation]. Rostov-on-Don, GKHI, 2015, part 1, pp. 84-88. (in Russian)
6. Morina, O.M., Shesterkin, V.P., Shesterkina, N.M., Ivanova, E.G. *Problemy kachestva malykh rek g. Khabarovsk i ego okrestnostei* [Water quality problems in small rivers in Khabarovsk and its suburbs]. *Goroda Dal'nego Vostoka: ekologiya i zhizn' cheloveka: mater. konf.* [Far East cities: ecology and human life]. Vladivostok-Khabarovsk: DVO RAN, 2003, pp. 104-106. (in Russian)
7. Nefedova, E.G. *Vnutrigodovaya izmenchivost' soderzhaniya osnovnykh pollyutantov v malykh vodotokakh gorodskogo okruga g. Voronezh* [Annual variability of the main pollutants content in small streams of Voronezh city]. *Sovremennye problemy vodokhranilishh i ikh vodosborov: trudy VI mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Current problems of water reservoirs and their drainage areas. Proc. VI Intern. Sci. and Pract. Conf.], Perm, PGU, 2017, vol. 3, pp. 144-149. (in Russian)
8. Ovcharova, E.P., Khomich, V.S., Chuduk, V.N. *Vliyaniye poverkhnostnogo stoka s gorodskoi territorii na khimicheskii sostav i kachestvo rechnykh vod* [Impact of surface runoff from urban areas on the chemical composition and quality of river waters]. *Ekologicheskoe sostoyaniye vodnykh ob'ektov. Kachestvo vod i nauchnye osnovy ikh okhrany: dokl. VI Vseros. gidrologicheskogo s'ezda.* [Ecological status of water bodies. Water quality and scientific bases of their protection. Proc. VI All-Russia hydrological congress]. Moscow, Meteoa-genstvo Rosgidrometa, 2006, pp. 154-158. (in Russian)
9. Sedykh, V.A., Roshchina, E.V. *Otsenka urovnya zagryazneniya malykh rek v cherte goroda Novosibirska nefteproduktami* [Evaluation of oil pollution of small rivers in Novosibirsk city]. *Vodnye i ekologicheskie problemy Sibiri i Tsentral'noi Azii: trudy III Vseros. nauchn. konf. s mezhdunar. Uchastiem* [Water and ecological problems in Siberia and Central Asia. Proc. III All-Russia Sci. Conf. with intern. participation]. Barnaul, 2017, vol. 1, pp. 190-195. (in Russian)
10. Skagal'skii, B.G. *Formirovaniye gidrokhimicheskogo rezhima poverkhnostnykh vod v usloviyakh antropogennogo vozdeistviya* [Formation of the hydrochemical regime of surface waters under the conditions of anthropogenic impact]. *Ekologicheskoe sostoyaniye vodnykh ob'ektov. Kachestvo vod i nauchnye osnovy ikh okhrany: dokl. VI Vseros. gidrologicheskogo s'ezda.* [Ecological status of water bodies. Water quality and scientific bases of their protection. Proc. VI All-Russia hydrological congress]. Moscow, Meteoa-genstvo Rosgidrometa, 2006, pp. 99-109. (in Russian)
11. Forina, Yu.A., Shesterkin, V.P., Shesterkina, N.M., Talovskaya, V.S. *Gidrokhimiya malykh rek zapadnogo sklona Sikhote-Alinya* [Hydrochemistry of small rivers of the Western slope of Sikhote-Alin]. *Biogeokhimicheskie i gidroekologicheskie parametry nazemnykh i vodnykh ekosistem* [Biogeochemical and hydroecological parameters of surface and water ecosystems]. Khabarovsk, IVEP DVO RAN, 2011, pp. 125-135 (in Russian)
12. Chirikov, A.V. *Reki Amurskogo basseina (Shilka, Amur i Sungari) v sanitarnom otnoshenii* [Rivers of the Amur basin (Shilka, Amur and Sungari) in sanitary terms]. St. Petersburg, MPS, 1905, 133 p. (in Russian)
13. Shesterkin, V.P., Shesterkina, N.M. *Gidrokhimiya rechnykh vod g. Khabarovska* [Hydrochemistry of river water in the city of Khabarovsk]. *Geokhimicheskie i biogeokhimicheskie protsessy v ekosistemakh Dal'nego Vostoka* [Geochemical and biogeochemical processes in ecosystems of the Far East]. Vladivostok, Dal'nauka, 1999, pp. 112-119. (in Russian)
14. Shesterkina, N.M., Forina, Yu.A., Shesterkin, V.P. *Gidrokhimiya malykh rek khrebt Bol'shoi Khekhtsir* [Hydrochemistry of small rivers at Bolshoy Khekhtsir Range]. *Biogeokhimicheskie i geoekologicheskie protsessy v ekosistemakh* [biogeochemical and geoecological processes in ecosystems]. Vladivostok, Dal'nauka, 2005, pp. 201-208. (in Russian)
15. Shesterkin, V.P., Shesterkina, N.M. *Mноголетnyaya dinamika khimicheskogo sostava vod taezhnykh rek na garyakh severnogo Sikhote-Alinya* [Perennial dynamics of the water chemical composition of taiga rivers in the burned-out forest of the northern Sikhote Alin]. *Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem*, 2017, vol. 28, no. 2, pp. 56-70. (in Russian)
16. Shesterkin, V.P., Shesterkina, N.M. *Transformatsiya khimicheskogo sostava vod srednego Amura v zimnyuyu*

*mezhen' posle transgranichnogo zagryazneniya 2005 goda* [Transformation of the chemical composition of the middle Amur water at the winter low-water period after transboundary pollution of 2005]. *Geografiya i prirodnye resursy*, 2018, no. 1, pp. 52-58. (in Russian)

17. Shesterkin, V.P., Afanas'eva, M.I., Shesterkina, N.M. *Gidrokimiya malykh rek tsentral'noi chasti g. Khabarovsk*

*v zimnii period* [Hydrochemistry of small rivers in the central part of Khabarovsk in winter]. *Geosistemy v Severo-Vostochnoi Azii. Tipy, sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya: mater. VI Vseros. nauch.-prakt. konf.* [Geosystems in northeastern Asia. Types, current state and development prospects]. Vladivostok: TIG DVO RAN, 2018, pp. 298-301. (in Russian)

## FEATURES OF THE WATER QUALITY IN SMALL RIVERS OF Khabarovsk IN WINTER SEASON

© 2019 V. P. Shesterkin<sup>1,\*</sup>, M. I. Afanas'eva<sup>1</sup>, N. M. Shesterkina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Water and Ecology Problems, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, ul. Dikopol'tseva, 56, Khabarovsk, 680000 Russia*

<sup>\*</sup>*E-mail: shesterkin@ivep.as.khb.ru*

The paper presents the results of studies of the water chemical composition in small rivers of Khabarovsk and its surroundings in the winter low water period in 2017-2018. A significant variation is shown in the concentrations of dissolved substances in river water due to large differences in the composition of underlying rocks, groundwater and wastewater, as well as water of worn-out water supply and sanitation systems. The hydrocarbonate-calcium composition of water, the lowest pH and mineralization values, the phosphate concentrations, as well as the dominance of sulfate ion over chloride and nitrate nitrogen's dominance over ammonium in the river water in the protected areas were identified. The higher content of dissolved substances and the bicarbonate-calcium (sometimes magnesium) composition of water are typical for the rivers in the outskirts of the city, fed mainly by groundwater in alluvial deposits. Hydrocarbonate-sodium (rarely ammonium) composition of water, maximum concentrations of major ions, contamination with phosphates, ammonium nitrogen, petroleum products and surfactants, absence of nitrite and nitrate nitrogen in anaerobic conditions were noted in the river water at the outskirts of the city, which are fed by wastewater. The hydrocarbonate-calcium composition of water, a decrease in the elevated concentrations of major ions during the winter season, pollution with ammonium and nitrite nitrogen, phosphates and oil products of water in the rivers of the central part of the city fed by groundwater and water of worn-out water supply and water disposal systems were established.

**Keywords:** *Khabarovsk, small rivers, winter low water, mineralization, water quality, pollution, nutrients, oil products.*

**DOI:** <https://doi.org/10.31857/S0869-78092019342-51>