

УДК 504.4.054 (571.62)

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ РЕК ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ХАБАРОВСКА В ПЕРИОД СНЕГОТАЯНИЯ

Н.К. Фишер, Л.А. Гаретова, Е.Л. Имранова, О.А. Кириенко, М.И. Афанасьева
Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,
ул. Дикопольцева 56, г. Хабаровск, 680000,
e-mail: fisher@iver.as.khb.ru, micro@iver.as.khb.ru

В работе представлены результаты микробиологических и химико-аналитических исследований воды и донных отложений малых рек, а также снега центральной части г. Хабаровска во время весеннего половодья. Максимумы превышения ПДК ионов аммония (до 16 ПДК), нитритов (до 5 ПДК) и фосфатов (до 10 ПДК) наблюдались в различные сроки периода снеготаяния. Увеличение содержания легкоокисляемого органического вещества (в среднем в 12 раз по сравнению с зимним периодом) и нефтепродуктов (до 39 ПДК) обусловило резкий рост в воде численности гетеротрофных (до 57 раз), сапрофитных (до 47 раз) и нефтеокисляющих (до 23 раз) бактерий. В снежном покрове содержание нефтепродуктов достигало 3 ПДК, также выявлены условно-патогенные микромицеты. Органическое вещество в донных отложениях имеет нефтяной и терригенно-гумусовый генезис, в результате микробиологической трансформации образуются высокотоксичные вещества, что приводит к вторичному загрязнению водной среды.

Ключевые слова: Хабаровск, загрязнение, малые реки, донные отложения, снежный покров.

Введение

Реки Плюснинка, Чердымовка и Лесопилка с первых дней основания г. Хабаровска (1858 г.) использовались населением для хозяйственных нужд. Ухудшение качества вод этих рек начало отмечаться в конце XIX века [5]. В 1905 г. санитарный врач А.В. Чириков отмечал, что «для г. Хабаровска реки Плюснинка, Чердымовка и Лесопилка, впадающие в Амур, по-видимому, предназначены городской администрацией для роли естественной канализации» [15]. В 1913 г. было зафиксировано загрязнение аммонийным и нитритным азотом рек Плюснинки и Чердымовки [17]. С 1957 г. по 1982 г. эти водотоки, дренирующие центральную (историческую) часть города, были укрыты в бетонные коллекторы, а на месте рек Плюснинки и Чердымовки появились Уссурийский и Амурский бульвары.

Комплексное изучение экологического состояния малых рек г. Хабаровска проводилось с конца 1990-х гг. до 2005 г., но носило эпизодический характер. Микробиологические и гидрохимические исследования рек выявили высокий уровень минерализации, загрязнения органическим веществом (ОВ), аммонийным и нитратным азотом, фосфатами [2, 16].

Большую роль в питании малых рек в весенний период играют талые снеговые воды.

Территория Хабаровска относится к регионам с длительным периодом отрицательных температур, поэтому при оценке экологического состояния водных объектов нельзя игнорировать вклад загрязнений, поступающих со снеговыми тальми водами в малые реки и далее в р. Амур.

Снежный покров является индикатором атмосферного загрязнения выбросами промышленных предприятий и автотранспорта за зимний период. В литературе имеются только единичные сведения по оценке состояния снежного покрова г. Хабаровска [8], а работы по изучению микробоценозов снежного покрова не проводились. Между тем, снег, обладая высокой сорбционной способностью, представляет собой сезонную геосистему, являясь промежуточной экологической нишей для микроорганизмов. При таянии снега микроорганизмы попадают в водотоки, а также в почву и тем самым могут влиять на формирование микробных сообществ, которые играют главную роль в самоочищении природных экосистем. Кроме этого, микроорганизмы являются индикаторами загрязнения различных компонентов природной среды: снега, воды, донных отложений (ДО).

Проблема загрязнения малых водотоков на урбанизированных территориях актуальна во всем мире, особенно остро она стоит в регионах с высокой плотностью населения [18].

Цель настоящей работы – оценка экологического состояния малых рек центральной части г. Хабаровска в период снеготаяния на основании гидрохимических и микробиологических показателей.

Объекты и методы

Город Хабаровск находится на высоких террасах р. Амур, которые расчленены отдельными водотоками на пологие увалы. По центральной части города проходит местный водораздел, который обуславливает сток поверхностных вод в сторону р. Амур. Объектами исследования являлись вода и донные отложения малых водотоков центральной части г. Хабаровска – реки Лесопилка, Чердымовка, Плюснинка, а также снег, отобранный на их водосборах (рис. 1). Истоки этих рек находятся в центральной части города, все три реки впадают непосредственно в р. Амур. В зимний период водотоки не замерзают, что говорит о постоянном систематическом сбросе неочищенных сточных вод. В теплый период года водотоки питаются за счет ливневого стока с дорог и улиц города. При высоком уровне р. Амур коллекторы данных рек полностью находятся под водой.

Пробы воды для гидрохимических и микробиологических анализов отбирали в период с 22 января по 3 апреля 2018 г. в устьевых частях рек (на выходе из коллекторов) (рис. 1). В период отбора проб расстояние от коллекторов до кромки льда р. Амур составляло 25–30 м, глубина водных потоков составляла 0,2–0,5 м. ДО отбирали трубчатым пробоотборником из слоя 0–5 см. Площадки для отбора снега для гидрохимических анализов были заложены в прибрежной зоне малых водотоков. Снег для микробиологических анализов отбирали на водосборе рек Чердымовки (у дороги) и Плюснинки (парковая зона) в период максимальной влагоемкости 14 марта (рис. 1). Керна снега отбирали снегомерным цилиндром ВС-43 на всю глубину снежного покрова, за исключением нижнего слоя 2–3 см, методом конверта (10×10 м).

В речной воде и расплавах снега определяли значение рН, концентрации минеральных форм азота и фосфора, нефтепродуктов – важнейших показателей качества поверхностных вод. Кроме того, минеральные формы азота и фосфора участвуют в процессе метаболизма различных эколого-трофических групп микроорганизмов. Содер-

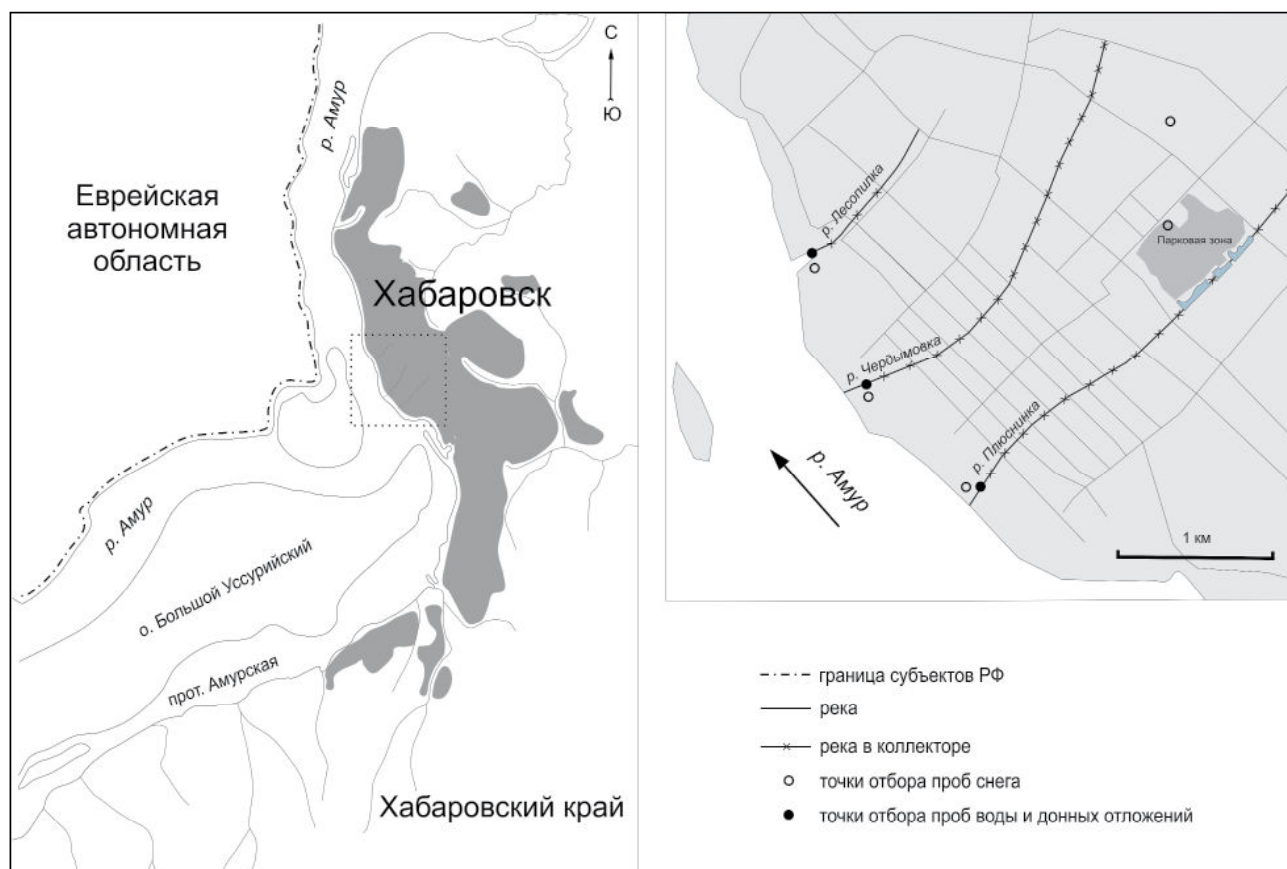


Рис. 1. Карта-схема района исследований

Fig. 1. Scheme of the research area

жание легкоокисляемого органического вещества оценивали по перманганатной окисляемости, минерализацию определяли при помощи кондуктометра SG2 (Mettler Toledo, Швейцария). Анализы проб осуществляли в ЦКП «Межрегиональный центр экологического мониторинга гидроузлов» при ИВЭП ДВО РАН по [14]. При оценке загрязненности вод использовали величины предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ для водных объектов рыбохозяйственного значения, которые приняты в России [13].

Численность различных эколого-трофических групп микроорганизмов в речной воде, ДО и расплавах снега определяли общепринятыми в микробиологии методами [7]. Идентификацию микромицетов проводили по определителю Л.Н. Егоровой [4].

Определение массовой доли углеводов (УВ) в ДО выполняли по [11] с использованием концентратомера КН-2М (Сибэкоприбор, Россия). Состав УВ и летучих органических соединений определяли методом капиллярной газовой хро-

матографии на газовом хроматографе Кристалл 5000.1 (Хроматек, Россия) [9, 10].

Результаты и обсуждение

Вода

Воды малых рек центральной части г. Хабаровска характеризовались высокой величиной минерализации: от 260 до 839 мг/дм³ (среднее значение – 428 мг/дм³). В период снеготаяния (22 марта – 3 апреля) максимальные ее значения были выявлены в реках Чердымовке и Плюснинке, дренирующих центр города с многоэтажной застройкой, что, вероятно, обусловлено использованием противогололедных реагентов в зимний период. На территории водосбора р. Лесопилки эти реагенты использовались в меньшей степени, поэтому и минерализация воды в начале снеготаяния была ниже (455 мг/дм³).

Содержание биогенных ионов в воде рек в период снеготаяния было крайне непостоянно (рис. 2), что обусловлено неравномерностью поступления талых вод за счет влияния температурного фактора и микробиологических деструк-

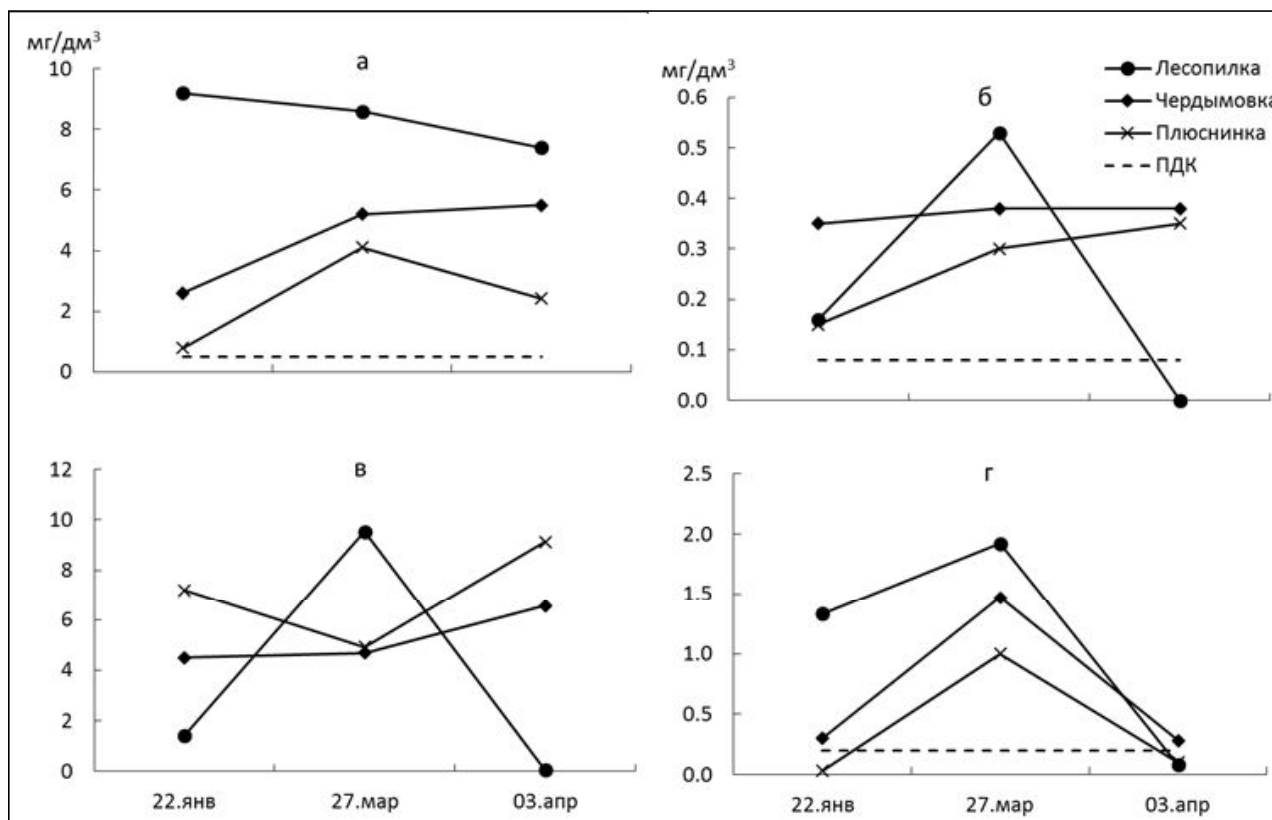


Рис. 2. Содержание биогенных элементов в воде рек центра г. Хабаровск: а – NH_4^+ , б – NO_2^- , в – NO_3^- , г – HPO_4^{2-}

Fig. 2. Nutrients content in the water of small rivers in the central part of Khabarovsk: а – NH_4^+ , б – NO_2^- , в – NO_3^- , г – HPO_4^{2-}

ционных процессов. Максимумы превышения ПДК концентраций ионов аммония, нитритов и фосфатов наблюдались в различные сроки периода снеготаяния и по содержанию иона аммония составляли до 16 ПДК, по нитрит-иону до 5 ПДК и по фосфат-иону до 10 ПДК. По содержанию нитрат-ионов превышения нормативов не выявлено.

В период снеготаяния содержание легкоокисляемого ОВ в водах исследованных малых рек значительно увеличилось по сравнению с зимним периодом (в среднем в 12 раз) (рис. 3а). Максимальное поступление ОВ отмечалось 27 марта. Максимальное содержание нефтепродуктов было отмечено в водах р. Лесопилки (39 ПДК) (рис. 3б) в пробах, отобранных 22 марта.

Увеличение содержания легкоокисляемого ОВ и нефтепродуктов привело к резкому увеличению численности всех исследуемых групп микроорганизмов, участвующих в процессах деструкции ОВ (рис. 4). По микробиологическим показателям р. Плюснинка в зимний период была на два класса чище, чем рр. Чердымовка и Лесопилка (табл. 1). В период снеготаяния воды всех рек относились к самому низкому классу качества – VI («очень грязные») (табл. 1).

Снежный покров

Химический состав снежного покрова в прибрежной зоне малых водотоков в период снеготаяния представлен в табл. 2. Поскольку участки отбора проб снежного покрова прилегали к берегу р. Амур, полученные результаты химических анализов сравнивали с ПДК для водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение.

Является общепринятым фактом, что чи-

стые атмосферные осадки (дождевая, снеговая вода) имеют рН 5,6, так как присутствие в воздухе CO_2 подкисляет атмосферные выпадения. Величина рН снежного покрова обследованной территории составляла от 5,66 до 5,88, что ниже по сравнению с данными, полученными для территории г. Хабаровска в 2006 г., когда рН даже для свежеснежавшего снега была 6,77 [8].

В расплавах снега у рр. Лесопилки и Плюснинки содержание нефтепродуктов составляло 3 ПДК, у р. Чердымовки – 2–2,2 ПДК, что обусловлено аккумуляцией выхлопных газов автотранспорта. По остальным показателям превышения ПДК не выявлено. Вместе с тем в речной воде в период снеготаяния выявлено превышение нормативов по большинству гидрохимических показателей. Это обусловлено тем, что талые воды загрязняются от асфальтобетонных и иных дорожных покрытий, почвенного покрова, являясь транзитной средой различных поллютантов.

С пылью, частичками почвы происходит атмосферный постоянный перенос спор и клеток различных микроорганизмов. Непосредственно в снеге они находятся в неактивном состоянии, но с повышением температуры в период снеготаяния они начинают размножаться и переноситься с талыми водами на большие расстояния.

В образце снега, отобранного на водосборе р. Плюснинки, общая численность гетеротрофных бактерий достигала 2650 КОЕ/мл талой воды (КОЕ – колониеобразующие единицы). В снеге, отобранном на водосборе р. Чердымовки, численность гетеротрофных бактерий была в 2 раза выше (5300 КОЕ/мл талой воды), чем на

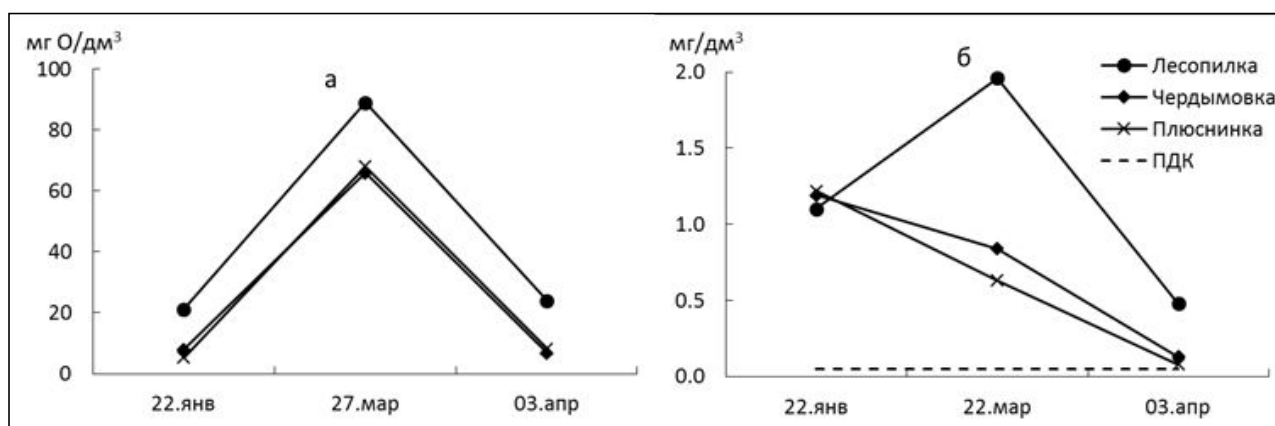


Рис. 3. Содержание органических веществ в воде рек центра г. Хабаровск: а – ПО, мг О/дм³; б – нефтепродукты, мг/дм³

Fig. 3. Content of organic substances in the water of small rivers in the central part of Khabarovsk: a – PO, mg O/dm³; b – hydrocarbon, mg / dm³

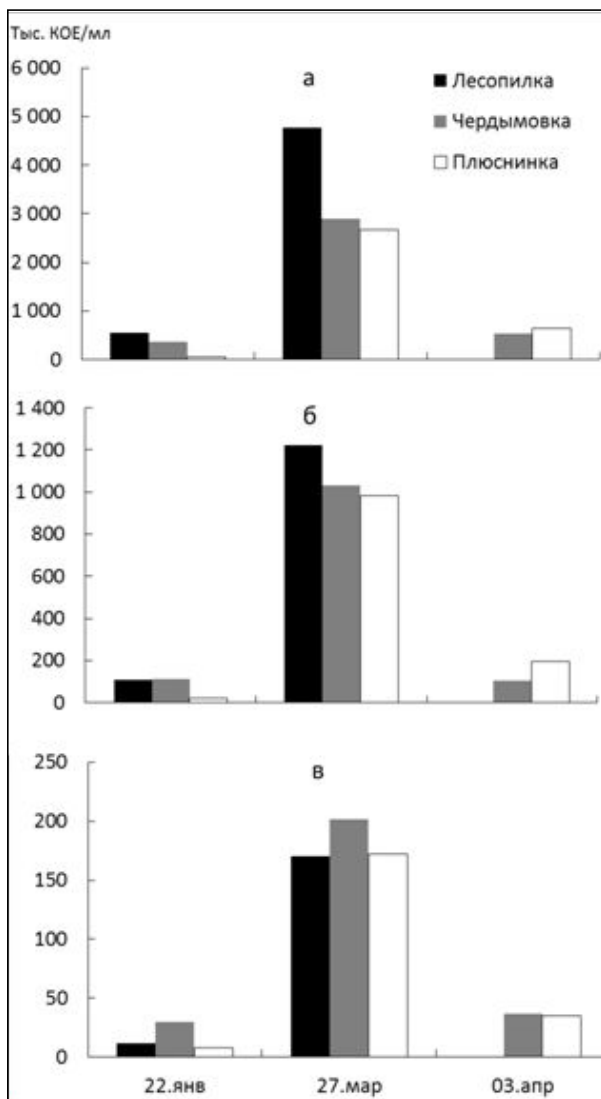


Рис. 4. Численность гетеротрофных (а), сапрофитных (б) и нефтеокисляющих (в) бактерий в воде рек центра г. Хабаровск

Fig. 4. Heterotrophic (a), saprophytic (b) and oil-oxidizing (v) bacteria number in the water of the rivers in central part of Khabarovsk

водосборе р. Плюснинки, что обусловлено напряженностью транспортного потока. Колонии микроорганизмов, выделенных из снега, характеризовались большим разнообразием пигментированных форм (желтого, оранжевого, красного, коричневого и черного цвета) и были представлены 11–12 штаммами. Среди них присутствовали бактерии родов *Arthrobacter*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, а также спорообразующие бактерии рода *Bacillus*. Численность бактерий, способных потреблять минеральные формы азота, в снеге на территории водосбора рек Плюснинки и Чердымовки составляла 1700 КОЕ/мл и

Таблица 1
Классификация качества воды малых рек центральной части г. Хабаровска по микробиологическим показателям (ГОСТ 17.1.3.07–82)

Table 1
Classification of water quality in small rivers of the Khabarovsk central part according to microbiological indicators (GOST 17.1.3.07-82)

Река	22 январь	27 март	3 апр.
Лесопилка	VI	VI	-
Чердымовка	VI	VI	VI
Плюснинка	IV	VI	VI

Примечание: IV – загрязненные, VI – очень грязные

1950 КОЕ/мл соответственно. Актиномицеты, являющиеся промежуточной систематической группой между бактериями и микроскопическими грибами, обнаружены только в снеге, взятом на водосборе р. Чердымовки (обочина дороги), и составляли 700 КОЕ/мл талой воды. Численность микромицетов в образцах снега существенно не отличалась и составляла на водосборе р. Плюснинки (парковая зона) 23,3 КОЕ/мл, р. Чердымовки (обочина дороги) – 30 КОЕ/мл.

Повышенная численность микромицетов в снеговом покрове центральной части г. Хабаровска отмечалась в границах автомагистралей и пешеходных зон, в то время как в прибрежной зоне микроскопические грибы не обнаружены. Считают, что в снежный покров пропагулы грибов поступают со снеговыми осадками из более высоких слоев атмосферы, а также с пылевыми частицами, переносимыми автотранспортом и людьми.

Исследование микологического состава снега г. Хабаровска показало их небольшое видовое разнообразие, что, вероятно, связано со специфическими условиями их местонахождения (низкие температуры, высокая инсоляция, присутствие тяжелых металлов и др. токсичных элементов).

В снежном покрове центральной зоны города с высокой техногенной нагрузкой доминировали темноокрашенные микромицеты. С наибольшей частотой встречались *Cladosporium cladosporioides*, а также грибы из р. *Aspergillus* и р. *Mucor*, которые относятся к условно-патогенным видам и могут представлять потенциальную угрозу для здоровья городского населения. Представители этих родов сохранили способность к росту на питательных средах после длительного промораживания.

Таблица 2
Химический состав снежного покрова центра г.
Хабаровска (14.03.2018)

Table 2
Content and composition of hydrocarbons in bottom
sediment of rivers in the central part of Khabarovsk
(04.03.2018)

Показатель	Станции отбора проб		
	р. Лесо-пилка	р. Чердымовка	р. Плюснинка
рН	5,75	5,66	5,88
NH_4^- , мг/дм ³	0,95	0,67	0,54
NO_2^- , мг/дм ³	0,05	0,01	0,03
NO_3^- , мг/дм ³	2,2	3,9	3,3
HPO_4^{-2} , мг/дм ³	0,165	0,047	0,062
Минерализация, мг/дм ³	16,5	18,2	17,7
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,15	0,11	0,15
Перманганатная окисляемость, мг О/дм ³	8,6	9,2	8,5

Донные отложения

Современные ДО являются конечным этапом миграции загрязняющих веществ, поступающих с прилегающей суши и из атмосферы. Они могут служить интегральными показателями загрязнения водных объектов веществами различной природы. ДО являются консервативной системой, в которой биохимические процессы самоочищения происходят очень медленно, поэтому концентрации загрязняющих веществ в них могут изменяться во времени в незначительной степени.

В створах устьевых участков, на выходе из коллекторов течение рек замедлено и осадки представлены илистыми песками (табл. 3). ДО исследованных водотоков содержат УВ в количествах от 5070 до 22540 мг/кг (табл. 3). Подобное высокое содержание связано с загрязнением ДО в результате длительного антропогенного загрязнения нефтепродуктами водотоков и территории водосбора. Близкое (1648,5-36416,7 мг/кг) содержание нефтепродуктов отмечалось в ДО р. Черной, расположенной в черте г. Хабаровска [6]. В настоящее время в Российской Федерации не существует нормативного документа, определяющего ПДК загрязняющих веществ в ДО. Считается, что при фоновом содержании концентрации УВ

обычно не превышают 10 мг/кг в песчанистых и до 100 мг/кг в илистых осадках [1]. Исследуемые ДО содержат нефтепродукты в количествах, которые существенно превышают ориентировочно допустимые концентрации (1000 мг/кг) в песчаной и супесчаной почве [12]. Во всех пробах ДО отмечается значительное превышение ориентировочно допустимых концентраций от 5,0 до 22,5 раз.

Аккумулятивное в ДО органическое вещество разлагается бентосным микробным сообществом, которое реагирует на поступление ОБ увеличением численности эколого-трофических групп микроорганизмов. Общая численность аэробных культивируемых гетеротрофных бактерий в ДО исследованных водотоков составляла 120–340 млн КОЕ/г (рис. 5), что значительно (более чем в 1000 раз) превышает численность бентосных гетеротрофных бактерий в ДО малых рек Татарского пролива, которые также подвержены антропогенной нагрузке [3]. Численность сапрофитных бентосных бактерий, участвующих в начальных стадиях разложения ОБ, составляла 45–70 млн КОЕ/г. Максимальная численность нефтеокисляющих бактерий выявлена в ДО р. Плюснинки, что согласуется с данными химического анализа содержания нефтепродуктов в ДО данного водотока (табл. 3) и подчеркивает важную индикационную роль нефтеокисляющих бактерий.

Использование распределения нормальных алканов (*n*-алканов) как индикаторов вклада антропогенной и природной составляющей в гене-

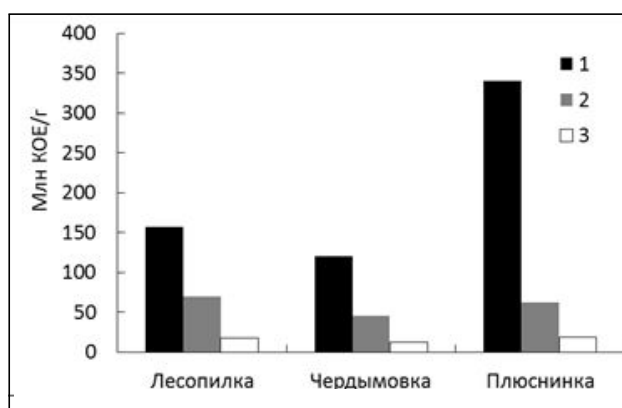


Рис. 5. Численность гетеротрофных (1), сапрофитных (2) и нефтеокисляющих (3) бактерий донных отложений рек центра г. Хабаровск

Fig. 5. Heterotrophic (1), saprophytic (2) and oil-oxidizing (3) bacteria number in the bottom sediment of rivers in the central part of Khabarovsk

Содержание и состав углеводородов в ДО рек центральной части г. Хабаровска (03.04.2018 г.)

The content and composition of hydrocarbons in bottom sediment of rivers in central part of Khabarovsk (03.04.2018)

Водоток	р. Лесопилка	р. Чердымовка	р. Плюснинка
Глубина, м	0,3	0,4	0,5
Тип осадка	Илистый песок	Илистый песок	Песчанистый ил
УВ, мг/кг	5070	12200	22540
Длина углеродной цепи идентифицированных <i>n</i> -алканов	C ₁₅ -C ₃₉	C ₁₅ -C ₃₇	C ₈ -C ₃₆
Групповой состав <i>n</i> -алканов, % от общей площади пиков			
ΣC ₈ -C ₂₂	7,519	9,943	42,588
ΣC ₂₃ -C ₃₉	92,479	90,06	54,237
ΣC ₈ -C ₂₂ /ΣC ₂₃ -C ₃₉	0,081	0,11	0,79
Σчетных	49,854	19,021	43,697
Σнечетных	50,144	80,979	56,303
СРІ*	1,00	4,26	1,29
ΣC ₁₉ -C ₂₅	10,701	11,334	0
Σчетных	45,071	19,021	34,017
Σнечетных	36,70	66,828	20,22
СРІ**	0,81	3,51	0,59

Примечание: СРІ* – отношение суммы нечетных к сумме четных алканов по всему диапазону идентифицированных *n*-алканов; СРІ** – отношение суммы нечетных к сумме четных алканов в высокомолекулярной области

зис органического вещества ДО позволяет получить более полную информацию об источниках формирования ОВ донных отложений (табл. 3, рис. 6).

Общим в распределении *n*-алканов в ДО исследованных водных объектов является преобладание высокомолекулярной фракции, составляющей от 54,24 до 92,48% от суммы идентифицированных *n*-алканов (табл. 3), что характерно для ОВ, сформированного с участием нефтяных УВ. Однако распределение индивидуальных гомологов в составе *n*-алканов исследованных водотоков существенно отличается (рис. 6).

В составе высокомолекулярной фракции ДО р. Лесопилки незначительно преобладают нечетные гомологи СРІ(C₂₃-C₃₉) = 0,81, однако максимумы принадлежат четным гомологам – C₂₄, C₂₆, C₃₆, C₃₈ (рис. 6), что указывает на нефтяной генезис ОВ осадков реки, на это же указывает величина индекса нечетности СРІ = 1,0 по всему диапазону идентифицированных *n*-алканов. Мар-

керы ΣC₁₉-C₂₅, отражающие вклад микробной и/или микробно-деструктивной составляющей ОВ, составляют 10,7% от суммы *n*-алканов.

В ДО р. Чердымовки нечетные гомологи преобладают над четными как по всему диапазону *n*-алканов, так и в высокомолекулярной области: СРІ(C₁₅-C₃₇) = 4,26 и СРІ(C₂₃-C₃₅) = 3,51 соответственно. Такое распределение *n*-алканов свидетельствует об участии в формировании ОВ терригенного, преимущественно гумусового ОВ, что подтверждается наличием характерных для данного типа ОВ максимумов нечетных гомологов – C₃₁ и C₃₃, составляющих 56,8% от общей суммы *n*-алканов (рис. 6). Микробиологически преобразованные *n*-алканы составляют 11,33% от суммы *n*-алканов.

Состав *n*-алканов р. Плюснинки характеризовался наличием жидких *n*-алканов – октана C₈H₁₈ и нонана C₉H₂₀ в количествах 9,68 и 28,33% от суммы *n*-алканов. Данные углеводороды входят в состав моторных топлив. Легкие фракции нефте-

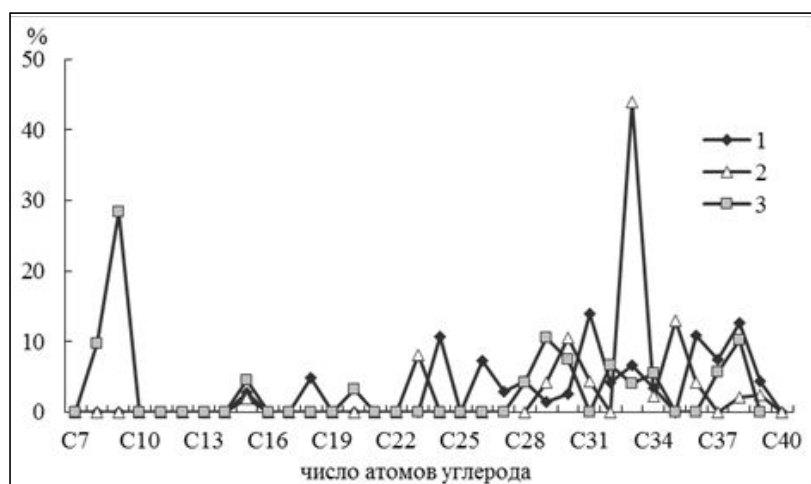


Рис. 6. Распределение *n*-алканов в осадках малых рек центра Хабаровска: 1 – р. Лесопилка; 2 – р. Чердымовка; 3 – р. Плюснинка

Fig. 6. Distribution of *n*-alkanes in the sediments of small rivers in the center of Khabarovsk: 1 – r. Lesopilka; 2 – r. Cherdymovka; 3 – r. Plyusninka

продуктов в водной среде очень быстро подвергаются деградации, и их обнаружение отражает поступление «свежего» загрязнения нефтепродуктами. Нефтяной генезис ОВ осадков характеризуется величинами $СРІ(C_8-C_{36})$ близкая к 1 (1,29), а также наличие максимумов четных гомологов C_{28} , C_{30} , C_{32} , C_{36} (рис. 6) в высокомолекулярной области, не характерных для ОВ терригенного генезиса и составляющих 29,8% от суммы *n*-алканов. На участие терригенного ОВ указывают максимумы нечетных гомологов C_{27} , C_{31} и C_{35} , составляющих 22,2% от суммы *n*-алканов.

Анализ геохимических маркеров показал,

что в донных осадках р. Лесопилки ОВ имеет преимущественно нефтяной генезис. В формировании ОВ р. Чердымовки значительный вклад вносит терригенно-гумусовое ОВ, вероятнее всего, поступающее с городских газонов. Смешанное ОВ р. Плюснинки сформировано с примерно равным участием (29,8 и 22,2% соответственно) нефтяной фракции углеводородов и ОВ терригенно-гумусового генезиса. Следует отметить, что р. Плюснинка в большей степени по сравнению с другими обследованными водотоками подвергается загрязнению нефтепродуктами.

Разрушение углеводородных, углеводов и

Таблица 4

Содержание летучих органических соединений в ДО рек центральной части г. Хабаровска (03.04.2018)

Table 4

Volatile organic compounds in bottom sediment of rivers in central part of Khabarovsk (03.04.2018)

Компонент, мг/кг	р. Лесопилка	р. Чердымовка	р. Плюснинка	Класс опасности
Гексан	0,021	0,040	0,030	3
Ацетальдегид	0,056	1,622	0,119	3
Ацетон	0,057	1,694	0,092	4
Этилацетат	0,003	-	0,004	3
Метанол	0,122	0,612	0,678	2
Пропанол-2	0,080	0,787	0,346	2
Бензол	0,001	0,003	0,001	1
Пропанол-1	-	0,664	0,066	2
Толуол	0,016	0,116	0,014	4
Бутилацетат	0,003	-	0,005	3
Изобутанол	0,010	0,033	0,017	3
Этилбензол	0,001	-	-	1
<i>П</i> -ксилол	0,008	-	-	3
<i>М</i> -ксилол	0,002	0,013	0,413	3
Бутанол	-	0,005	-	3
Изопропилбензол	0,002	-	0,022	3
<i>О</i> -ксилол	0,002	-	0,001	3

Примечание: «-» – компонент не обнаружен

белковых соединений при их биохимической деградации в водных объектах сопровождается образованием и накоплением кислородсодержащих веществ (спирты, альдегиды, эфиры), которые обладают большей токсичностью, чем нефть и исходные ОВ. Согласно гигиеническим нормативам [14], эти вещества принадлежат к 1–4 классам опасности (табл. 4).

В р. Чердымовке выявлено самое высокое содержание ацетальдегида (1,6 мг/кг) и ацетона (1,69 мг/кг). Данные компоненты образуются в анаэробных условиях при брожении веществ углеводной природы. Высокое содержание метанола выявлено в реках Чердымовки и Плюснинки. Его присутствие в ДО обусловлено образованием в ДО метана, который окисляется бактериями семейства *Methylomonadaceae* до углекислого газа и воды. Метанол является промежуточным продуктом окисления метана и накапливается в ДО в анаэробных условиях.

Выводы

Оценка экологического состояния малых рек центральной части г. Хабаровска показала, что в период снеготаяния происходит загрязнение вод и донных отложений органическими и неорганическими поллютантами, так как в городе искусственные непроницаемые поверхности препятствуют прохождению талой воды через систему почвенной очистки. Привнос загрязняющих компонентов с тальми водами крайне неравномерен в течение всего периода снеготаяния, что обусловлено гидрометеорологическими условиями сезона и микробиологическими деструкционными процессами. Микробиологические исследования снежного покрова выявили высокую устойчивость микробных ассоциаций к химическому загрязнению, инсоляции и низким температурам. Отмечено, что в снежном покрове аккумулируются нефтепродукты, которые в период весеннего половодья поступают в малые водотоки. Анализ геохимических маркеров показал, что в донных отложениях малых водотоков органическое вещество имеет нефтяной и терригенно-гумусовый генезис. Органическое вещество, аккумулированное в донных отложениях, подвергается микробиологической трансформации с образованием ряда таких соединений, как метанол, ацетальдегид, ацетон, пропанол, этилацетат, бензол, изобутанол, толуол, бутилацетат, этилбензол, ксилолы и др. Большинство этих веществ обладает характерным резким запахом и высокой токсичностью, что приводит к вторичному загрязнению водной среды

малых водотоков и их водоприемника – р. Амур. На основе проведенных исследований установлено, что малые реки центральной части г. Хабаровска в период снеготаяния относятся к самому низкому классу качества – VI («очень грязные»).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Галимов М.Э., Кодина Л.А., Степанец О.В. Биогеохимия и проблемы радиоактивного загрязнения морей России (на примере Карского моря) // *Фундаментальные исследования океанов и морей*. Т. 2. М.: Наука, 2006. С. 440–465.
2. Гаретова Л.А., Левшина С.И. Экологическое состояние малых водотоков г. Хабаровск // *Современные проблемы регионального развития: материалы I межрегиональной науч. конф.* Хабаровск: ДВО РАН, 2006. С. 60–62.
3. Гаретова Л.А., Фишер Н.К., Левшина С.И. Состав донных отложений приливо-отливной акватории (юго-западный район Татарского пролива) // *Водное хозяйство России*. 2018. № 3. С. 102–116.
4. Егорова Л.Н. Почвенные грибы Дальнего Востока: гифомицеты. Л.: Наука, 1986. 192 с.
5. Корнева Л.В. Приамурский отдел ИРГО и его роль в изучении и освоении российского Дальнего Востока в конце XIX — начале XX века // *Вестник ДВГНБ*. 2009. Т. 44, № 3. С. 66–77.
6. Кошельков А.М., Матюшкина Л.А. Оценка химического загрязнения почв водоохранных зон малых рек города Хабаровска // *Региональные проблемы*. 2018. Т. 21, № 2. С. 76–85.
7. Кузнецов С.И., Дубинина Г.А. Методы изучения водных микроорганизмов. М.: Наука, 1989. 228 с.
8. Новороцкая А.Г. Роль снежного покрова в загрязнении р. Амур (на примере г. Хабаровска) // *Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова: сборник научных трудов*. Владивосток, 2011. Вып 5. С. 412–418.
9. ПНД Ф 14.1:2:4.201-03. Методика выполнения измерений массовой концентрации ацетона и метанола в пробах питьевых, природных и сточных вод газохроматографическим методом. М., 2003. 17 с.
10. ПНД Ф 14.1:2:4.57-96. Методика выполнения измерений массовых концентраций ароматических углеводородов в питьевых, природных и сточных водах газохроматографическим методом. М., 2011. 18 с.
11. ПНД Ф 16.1:2.2.22–98. Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в

- минеральных, органогенных, органно-минеральных почвах и донных отложениях методом ИК-спектрометрии. М.: Гос. ком. РФ по охране окружающей среды, 2005. 21 с.
12. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами (утв. Роскомземом 10 ноября 1993 г. и Минприроды РФ 18 ноября 1993). 32 с. URL: <http://eko-man.ru/ekouscherb/> (дата обращения: 22.05.2018).
 13. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 13 декабря 2016 года N 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». URL: <http://eko-man.ru/ekouscherb/> (дата обращения: 22.05.2018).
 14. 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 № 1 к РД 52.18.595-96. URL: <http://eko-man.ru/ekouscherb/> (дата обращения: 22.05.2018).
 15. Чириков А.В. Реки Амурского бассейна (Шилка, Амур и Сунгари) в санитарном отношении. СПб.: М.П.С., 1905. 133 с.
 16. 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.
 17. Эбергард А.И., Белохвостов С.И. Вода центральной части города Хабаровска (в летнее время) // Материалы по изучению Приамурского края: Труды 1 съезда врачей Приамурского края. Хабаровск. 1914. С. 125–134.
 18. Wang L., Zhang J., Li H., Yang H., Peng C., Peng Z., Lu L. Shift in the microbial community composition of surface water and sediment along an urban river // *Science of The Total Environment*. 2018. Vol. 627. P. 600–612.

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF SMALL RIVERS IN THE CENTRAL PART OF KHABAROVSK IN THE PERIOD OF SNOWMELT

N.K. Fisher, L.A. Garetova, E.L. Imranova, O.A. Kirienko, M.I. Afanasyeva

The paper presents the results of microbiological and chemical-analytical studies of water and bottom sediment of small rivers, as well as snow in the central part of Khabarovsk during the spring flood in 2018.

During an intense surface runoff in water of rivers, the content of ammonium nitrogen increases up to 5.4 times, nitrate - up to 6.8 times, nitrite - up to 3.3 times compared to the winter period. The increase in the content of labile organic matter and hydrocarbons caused a sharp increase in the number of heterotrophic bacteria in water up to 57 times, saprophytic bacteria up to 47 times, and hydrocarbon oxidizing bacteria - up to 23 times. The content of hydrocarbons in bottom sediment exceeds estimated concentrations up to 75 times, with maximum accumulation (22540 mg / kg) in bottom sediment of the Plyusninka River. Conditionally pathogenic micromycetes were detected in the snow cover.

Keywords: Khabarovsk, pollution, small rivers, bottom sediments, snow cover.