

УДК 631.41(571.62)

ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ВОДООХРАННЫХ ЗОН МАЛЫХ РЕК ГОРОДА ХАБАРОВСКА

А.М. Кошельков, Л.А. Матюшкина
Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,
ул. Дикопольцева 56, г. Хабаровск, 680000,
e-mail: ecolog.dv@mail.ru; lira@ivep.as.khb.ru

Исследовано содержание загрязняющих веществ (бенз(а)пирен, нефтепродукты, тяжёлые металлы и мышьяк) в почвах водоохраных зон малых рек города Хабаровска (рр. Березовая, Красная Речка, Черная, Гнилая Падь). Из 25 почвенных проб превышение ПДК отмечено для нефтепродуктов (почти в 2 раза) только на одном ключевом участке руч. Гнилая Падь, для бенз(а)пирена (в 1,8–2,8 раза) – на 7 участках рр. Гнилая Падь, Левая Березовая и Правая Березовая. Выявлено загрязнение мышьяком почв водоохраных зон рр. Правая Березовая и Левая Березовая, Красная Речка. Наблюдается отчетливая тенденция превышения ПДК мышьяка в почвах с кислой реакцией среды (рН<5,5). Дана сравнительная оценка степени загрязнения почв, поверхностных вод и донных отложений нефтепродуктами и цинком на протяжении р. Черной и ее притока руч. Гнилая Падь. Установлено, что накопление этих токсикантов в почвах прибрежной зоны руч. Гнилая Падь превышает таковое в донных отложениях реки. Напротив, на участке среднего течения р. Черной аккумулярующей средой выступают донные осадки.

Ключевые слова: малые реки городской территории, водоохраные зоны, почвы, поверхностные воды, донные отложения, химическое загрязнение.

Введение

Малые реки на городских территориях осуществляют сток поверхностных вод с местных водосборов в средние и крупные реки и водоемы, оказывая влияние на их гидрологический, биологический и биохимический режимы (6, 8). Количество и состав выносимых с водами малых водотоков взвешенных и растворенных веществ природного и техногенного происхождения зависят от степени урбанизации территории – преобразованности ландшафта, почвенного покрова, характера промышленного производства, масштабов жилищного строительства и многих других факторов. В условиях роста и индустриального развития больших городов отношение к малым рекам зачастую не отвечает даже элементарным экологическим требованиям.

В полной мере это относится к водоохраным зонам малых рек, где происходит наиболее тесный контакт компонентов окружающей среды (почв, растительности, урбо-техногенных объектов) с поверхностным стоком с водосборов. В то же время водоохраные зоны призваны выполнять целый ряд защитных функций по отношению к самим водотокам и прибрежным участкам земель с их природными комплексами [1, ст. 65]. Однако несанкционированные сбросы в русла сточных вод предприятий, загрязнение прибрежных зон

отходами автосервиса (нефтепродуктами, маслами, мазутом и др.), захламление свалками бытовых и строительных отходов, уничтожение древесной растительности создают на малых реках высокую экологическую напряженность. В последнее время в больших городах России осуществляется ряд мер по мониторингу и улучшению экологического состояния малых рек [6, 8].

Особенно важное значение придается состоянию почв и их способности выполнять присущие им в природной обстановке экологические функции [7]. С участием почв происходит формирование и функционирование растительного покрова, микроклимата, накопление влаги в почвенной толще, задержка загрязняющих веществ почвенным поглощающим комплексом. Регулируя баланс и химический состав почвенных и подземных вод, почвы прибрежных участков малых рек осуществляют важную средообразующую роль и поэтому включаются в структуру экологического каркаса города [9]. Однако загрязненные почвы перестают выполнять свои экологические функции и даже сами становятся источником загрязнения для окружающей среды. Поэтому для водоохраных зон малых рек устанавливается специальный режим с целью предотвращения загрязнения, засорения и истощения поверхностных вод, предусматривающий систему мер по запрету и (или) ограничению

в них хозяйственной деятельности. Согласно Водному кодексу Российской Федерации [1, ст. 65, п. 4] устанавливается ширина водоохраных зон рек не менее 100 м для водотоков длиной от 10 до 50 км и не менее 50 м при длине реки до 10 км. Для малых рек и их участков, зарегулированных в коллекторы, водоохраные зоны не устанавливаются согласно [1, ст. 65, п. 10].

Однако вопреки природоохранному законодательству хозяйственное освоение прибрежных участков малых рек г. Хабаровска продолжает оказывать негативное влияние на их экологическое состояние. Водоохраный режим для большинства малых рек города не установлен – отсутствует или не всегда учитывается градостроительной документацией, регламентами местных природоохранных учреждений. В ходе интенсивной застройки территории города стоки мелких ручьев и части русел малых рек были зарегулированы в коллекторы или полностью погребены. Прибрежные территории малых рек в восточной агломерации города были распаханы, а при производстве мелиоративных работ искусственно изменено положение русел. В расходах некоторых водотоков стали преобладать сточные воды над природными. К настоящему времени (в основном по данным Дальгидромета) выявлено загрязнение водоохраных зон рр. Полежаевки, Ситы, Правой Березовой илевой Березовой, Красной Речки, Гнилой пади и других техногенными веществами [16]. На протяжении многих лет отмечается критическое состояние самих водотоков г. Хабаровска, уровни загрязненности их вод характеризовались в разные годы как умеренно загрязненные, загрязненные и грязные (3, 4 и 5 классы качества) [3]. Наиболее характерными токсикантами сточных вод, сбрасываемых предприятиями города в малые реки, являются органические вещества, азотсодержащие соединения, фосфаты, нефтепродукты, соединения тяжелых металлов, железа, фенолы.

С учетом вышеизложенного цель настоящей работы состояла в исследовании содержания наиболее приоритетных загрязняющих веществ в почвах и почвогрунтах водоохраных зон малых рек г. Хабаровска и определении уровня их загрязнения.

Материалы и методы

В течение 2013–2017 гг. проведены исследования почв и почвогрунтов в прибрежных зонах малых рек г. Хабаровска (рр. Березовая, Черная и Красная Речка).

Все три малые реки впадают или непосредственно в р. Амур (Красная Речка) или в его озерно-проточную систему (рр. Черная и Березовая). Естественное питание рассматриваемых рек нару-

шено, а местами отсутствует, русла частично зарегулированы в коллекторы и используются для разгрузки ливневых стоков.

Водосбор р. Березовой расположен в северной части города, где река дренирует обширную холмисто-увалистую поверхность Воронежских, Львовских, Ореховской и др. высот. Почвенный покров водосбора до освоения территории был представлен в основном бурными отбеленными суглинисто-глинистыми почвами и в меньшей степени – буроземовидными суглинисто-слабощепнистыми почвами [9]. В настоящее время территория водосбора полностью освоена, почвы изменены в результате многолетнего рекреационного, сельскохозяйственного и огородного использования, строительства многоэтажных жилых и коттеджных районов, прокладки автодорог и перешли в категорию агро- и урбопочв. Среди буроземов широко распространены природно и техногенно эродированные варианты.

Водосбор р. Красная Речка расположен в южной части города. Истоки и участки ее верхнего течения и левых притоков находятся за пределами городской черты в предгорьях хр. Малый Хехцир, а на городской территории речка дренирует аккумулятивные поверхности приамурских террас. Почвы водосбора р. Красная Речка представлены в предгорной части буроземами слабо- и сильно нарушенными на суглинисто-щепнистых элювиально-делювиальных отложениях склонов. Поверхность низкой приамурской террасы с комплексом природных буро-отбеленных оглеенных и гидроморфных луговых глеевых почв перекрыта различными техногенными грунтами, на которых сформированы урботехноземы [9].

Малые водотоки р. Черная и ее главный приток руч. Гнилая Падь дренируют территорию Железнодорожного и частично Индустриального районов Хабаровска и восточные предместья города. Основная часть водосбора расположена на равнинной заболоченной поверхности 2-й надпойменной террасы р. Амур. Прибрежные участки этих рек чаще всего представляют собой заболоченные поймы с иловато-дерново-глеевыми и иловато-торфянисто-глеевыми почвами, поверхность которых местами перекрыта отвальными и привозными грунтами для различных видов строительства.

В результате отложения переносимых с речными водами твердых частиц природного и техногенного происхождения на дне русел сформировались глинисто-иловатые донные осадки.

На 25 опорных площадках (рис. 1), расположенных в прибрежных зонах вдоль выбранных для исследования малых рек, были отобраны пробы

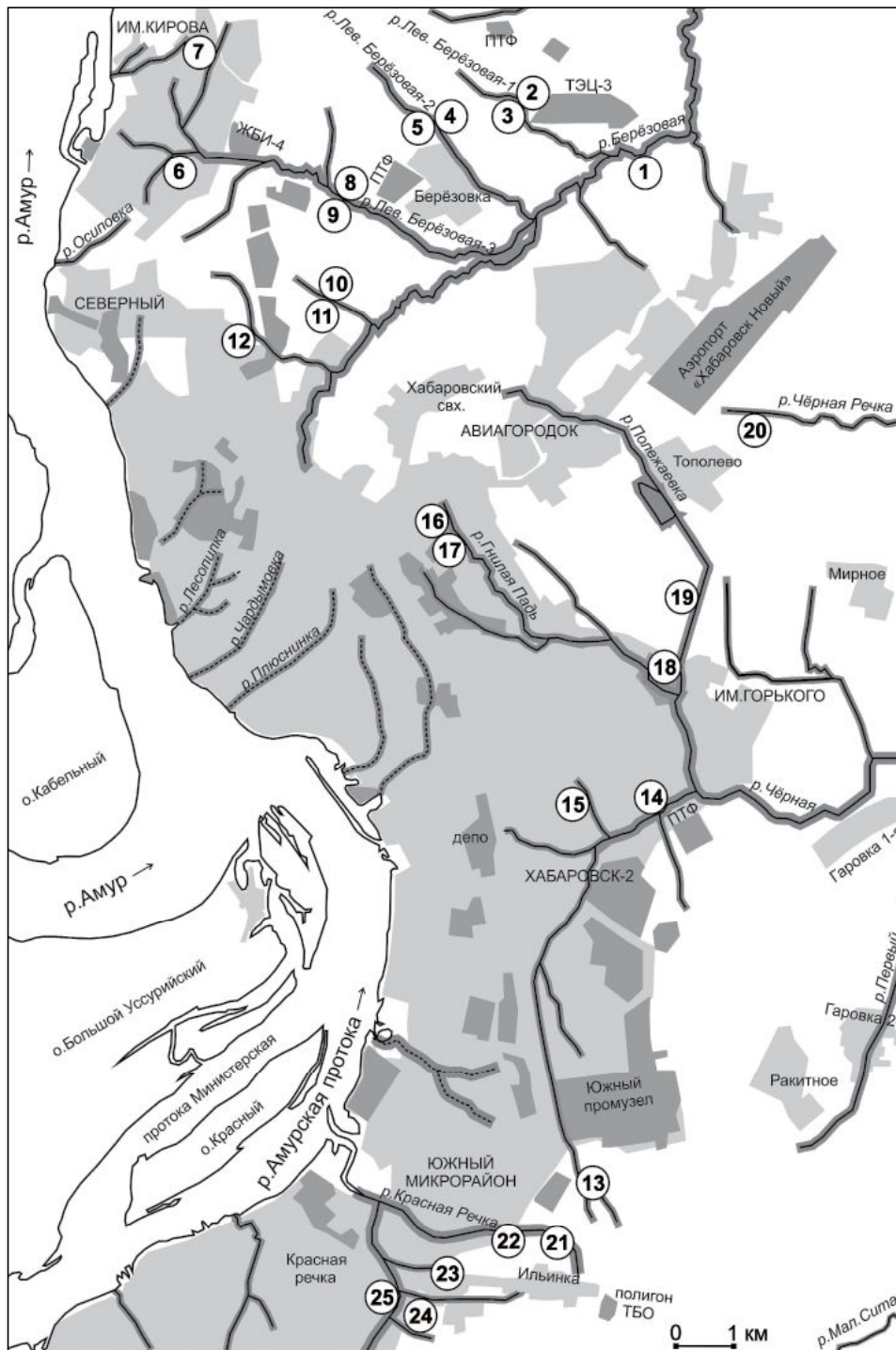


Рис. 1. Расположение площадок отбора почвенных образцов в прибрежных зонах малых рек г. Хабаровска

Светло-серым цветом выделены территории плотной городской застройки, темно-серым – территории промышленных предприятий и объектов транспортной инфраструктуры. Руслу малых рек с прилегающими водоохранными зонами показаны утолщенными линиями. Цифрами в пунсонах обозначены номера площадок отбора почвенных проб.

1 – р. Березовая, правый берег в районе с. Матвеевки; **2** – р. Левая Березовая-1, левый берег вблизи автодорожного моста по Федоровскому шоссе в районе ТЭЦ 3; **3** – р. Левая Березовая-1, правый берег вблизи автодорожного моста по Федоровскому шоссе в районе ТЭЦ 3; **4** – р. Левая Березовая-2, левый берег

вблизи базы отдыха «Аризона»; **5** – р. Левая Березовая-2, правый берег вблизи базы отдыха «Аризона»; **6** – р. Левая Березовая-3, исток и верхнее течение в районе ул. Ясной; **7** – р. Левая Березовая-3, левый приток в районе ул. Связной; **8** – р. Левая Березовая-3, левый берег в 500 м ниже Хабаровского завода ЖБИ № 4; **9** – р. Левая Березовая-3, правый берег в 500 м ниже Хабаровского завода ЖБИ № 4; **10** – р. Правая Березовая, 1-й левый приток от устья, вблизи автодорожного моста по Березовскому шоссе; **11** – р. Правая Березовая, 2-й левый приток от устья, вблизи автодорожного моста по Березовскому шоссе; **12** – р. Правая Березовая, в месте пересечения ее коллектора Воронежским шоссе; **13** – р. Черная, правый приток в верхнем течении южнее Южного промузла; **14** – р. Черная в районе тепличного комплекса (ул. Донская, 2а); **15** – левый приток р. Черная в районе мостового перехода через автодорогу по ул. Донской; **16** – руч. Гнилая Падь в районе ул. им. Карла Маркса, 144; **17** – руч. Гнилая Падь в районе пер. Промышленного, 8; **18** – руч. Гнилая Падь в районе ул. Горького, 61; **19** – р. Полежаевка в южной части с. Тополево, в районе пер. Производственного, 7; **20** – р. Черная Речка, мелиоративная сеть в районе с. Тополево, пер. Центральный; **21** – р. Красная Речка, ее левый приток в районе «Хабаровское ЛПУМГ Газпром трансгаз Томск»; **22** – р. Красная Речка, ее левый приток в районе ул. Нагорной, 92; **23** – р. Красная Речка, ее левый приток в районе с. Ильинки, ул. Совхозной 31; **24** – р. Красная Речка, левый приток в районе ул. Яблонево (с. Ильинка); **25** – р. Красная Речка в районе ул. Наречной, 10

Fig. 1. Location of soil sampling sites in the coastal areas of small rivers of Khabarovsk

The areas of dense urban development are marked in light grey color, dark grey – the territory of industrial enterprises and transport infrastructure. Thick lines show beds of small rivers in the adjacent water protection areas. The figures in pansong indicate numbers of sampling sites.

1 – Berezovaya River, right bank near the village of Matveevka; 2 – Levaya Berezovaya River-1, left bank near the road bridge on the Fedorovsky highway near Power plant 3; 3 – Levaya Berezovaya River-1, right bank near the road bridge on the Fedorovsky highway near Power plant 3; 4 – Levaya Berezovaya River-2, left bank near the recreation camp «Arizona»; 5 – Levaya Berezovaya River-2, right bank near the recreation camp «Arizona»; 6 – Levaya Berezovaya River-3, source and upper current near Yasnaya street; 7 – Levaya Berezovaya River-3, left tributary in Svyznaya street; 8 – Levaya Berezovaya River-3, left bank 500 m below the Khabarovsk plant of reinforced concrete constructions № 4; 9 – Levaya Berezovaya River-3, right bank, about 500 m below the Khabarovsk plant of reinforced concrete constructions № 4; 10 – Levaya Berezovaya River-1, the first left tributary from the river mouth, near the road bridge on Berezovsky highway; 11 – Pravaya Berezovaya River, 2nd left tributary from the mouth, near the road bridge on Berezovsky highway; 12 – Pravaya Berezovaya River, at the place where it is crossed by Voronezhsky highway; 13 – Chernaya River, a tributary in the upper reaches to the south from the industrial center; 14 – Chernaya River, near the greenhouse complex (Donskaya str., 2A); 15 – Left tributary of the Chernaya River near the bridge across the road in Donskaya Street; 16 – Gnilaya Pad' stream in Karl Marx Street, 144; 17 – Gnilaya Pad' stream in Promyshlenny lane, 8; 18 – Gnilaya Pad' stream in Gorky street, 61; 19 – Polezhaevka River in the southern part of the village of Topolevo, in Proizvodstvenny lane, 7; 20 – Chernaya Rechka Rive, drainage network in the village of Topolevo, Tsentralny lane; 21 – Krasnaya Rechka River and its left tributary near the «Khabarovsk LPUMG Gazprom transgaz Tomsk»; 22 – Krasnaya Rechka River and its left tributary in Nagornaya street, 92; 23 – Krasnaya Rechka River and its left tributary, near the village of Ilyinka, Sovkhoznaya Street 31; 24 – Krasnaya Rechka River, a left tributary in Yablonevaya street (v. Ilyinka); 25 – Krasnaya Rechka River, near Narechnaya street, 10

почв и почвогрунтов методом «конверта» на глубину 0–20 см согласно [13, 14, 18]. На 4 площадках дополнительно отобраны пробы поверхностных вод и донных отложений (проботборником «Burkle»).

Анализ отобранных проб почв, почвогрунтов, донных отложений и поверхностных вод осуществлялся в аккредитованной лаборатории ФГБУ ЦАС «Хабаровский» с использованием следующей аппаратуры: анализатор жидкостей «Анион 4100» – для определения реакции почвенной среды (рН солевой вытяжки) и содержания нитратной формы азота; жидкостный хроматограф Waters 2475 – для определения содержания бенз(а)пирена; анализатор жидкости «Флюорат-02-2М» для определения нефтепродуктов; ртутный газоанализатор ААС «КВАНТ-2 АТ» – для измерения концентраций ртути; эмиссионный спектрометр Agilent 720 ICP-OES для определения валового содержания тяжелых металлов – Cd, Pb, Zn, As (I класс химической опасности), Cu и Ni (II класс опасности).

Содержание химических веществ в почвах и почвогрунтах оценивали в соответствии с [2, 4, 10, 11, 15, 17]. Из-за отсутствия показателей местного геохимического фона г. Хабаровска для оценки суммарного показателя загрязнения (Z_c) исследованных почвенных проб были приняты фоновые содержания валовых форм тяжёлых металлов и мышьяка для дерново-подзолистых почв суглинистого и глинистого состава в соответствии с [18].

Результаты и обсуждение

Общей природной чертой почти всех почв прибрежных зон малых рек г. Хабаровска является тяжёлый и (или) близкий к нему гранулометрический состав (преобладают глины и суглинки). Несмотря на наличие антропогенных включений, это обеспечивает относительно высокую обменно-поглощительную способность почвенного поглощающего комплекса по отношению ко многим химическим веществам. В то же время почвы исследованных участков водоохраных зон существенно различаются по геохимическим условиям. В первую очередь это относится к реакции почвенной среды. Так, прибрежные почвы р. Красная Речка (южная часть Хабаровска) отличаются наиболее низкими значениями рН почвенного раствора, что свидетельствует о преобладании кислой реакции среды (табл. 1). В почвах р. Черной и ее притока руч. Гнилая Падь (центральная и восточная части города) отмечается заметное подщелачивание почвенной среды, по-видимому, вследствие многолетнего техногенного влияния промышленных комплексов заводов «Дальэнергомаш», им. Горького, ЖБИ-1 и др. В

прибрежных почвах р. Березовой (северный район Хабаровска) наряду со слабокислыми и кислыми почвами встречаются и слабощелочные (влияние интенсивного многоэтажного жилищного строительства). Во всех отобранных пробах исследованных почв отмечено низкое содержание нитратов – их уровень даже не превысил 0,1 ПДК.

Средние содержания большинства исследованных токсикантов (табл. 1) имеют максимальные значения в почвах водоохраных зон р. Чёрной. Наиболее высокими значениями здесь отличаются содержания бенз(а)пирена, нефтепродуктов, свинца и цинка.

Превышения ПДК для бенз(а)пирена обнаружены в водоохраных зонах рр. Берёзовой и Чёрной (в 3 и 4 пробах соответственно). Следует отметить, что в России содержание нефтепродуктов в почвах не нормируется, рекомендуемый допустимый уровень составляет 1000,0 мг/кг [12]. Содержание нефтепродуктов выше этого уровня (почти в 2 раза) определено только в одной пробе, отобранной в водоохраной зоне р. Чёрной. Для цинка превышения ПДК наблюдались в водоохраных зонах рр. Березовой и Чёрной (по одной пробе). Несмотря на высокие содержания в почвах свинца, превышений ОДК для этого элемента не обнаружено. Обнаружено незначительное превышение ОДК для никеля в одной пробе, отобранной в прибрежной зоне р. Красная Речка. Для остальных металлов (кадмий, ртуть, медь) превышения ПДК и ОДК не обнаружены, хотя отмечены наибольшие содержания кадмия и ртути в почвах бассейна р. Березовой, меди – в прибрежных почвах р. Черной.

Для оценки степени загрязнения почв мышьяком в России приняты два основных норматива согласно [10, 15]. Однако эти значения в большинстве случаев превышают содержание мышьяка в почвах природных и селитебных территорий. Практика экологической оценки загрязнения почв мышьяком в соответствии с зарубежными нормами показывает, что установленные допустимые концентрации мышьяка не могут быть абсолютными при разных условиях. Так, по данным зарубежных источников, рекомендованных в [17], допустимые концентрации мышьяка в почвах водоохраных зон определены на уровне 10 мг/кг. Содержание мышьяка в 16 из 25 проб исследованных прибрежных почв г. Хабаровска незначительно превысило эту ориентировочно допустимую норму. Более существенные превышения по мышьяку имеются только в двух пробах, отобранных в бассейне р. Берёзовой. Кроме этого, наблюдается отчетливая тенденция превышения ПДК мышьяка в почвах с кислой реакцией среды (рН<5,5).

Содержание загрязняющих веществ в почвах и
почво-грунтах водоохранных зон малых рек г. Хабаровска, мг/кг

Content of pollutants in soils and soil-grounds of the Khabarovsk
small rivers water protection zones, mg/kg

№ № площадок*	Уровень pH	Содержание токсикантов, мг/кг										Z _c **	
		нитраты	нефтепро- дукты	бенз(а)-пирен	свинец	кадмий	ртуть	цинк	медь	никель	мышьяк		
Бассейн р. Берёзовой													
1	5,0	2,0	17,1	<0,005	20,9	0,22	0,028	58,5	14,0	11,3	6,9	3,25	
2	5,1	0,5	31,2	<0,005	16,7	0,2	0,112	46,4	9,8	12,9	5,4	2,47	
3	4,2	<0,5	7,3	<0,005	17,9	0,23	0,027	51,4	9,5	11,8	5,3	1,96	
4	4,3	0,5	23,3	0,032	17,1	0,25	0,023	50,9	11,0	12,7	5,7	2,33	
5	7,0	1,0	4,9	<0,005	12,4	0,2	0,019	34,8	9,1	8,9	5,4	0,81	
6	7,4	3,09	99,9	0,035	43,3	0,73	0,032	200,9	26,1	45,9	17,8	19,1	
7	5,7	1,6	164,5	<0,005	16,8	0,23	0,026	51,3	9,4	12,9	7,0	2,68	
8	4,3	0,5	67,1	<0,005	13,0	0,24	0,024	44,4	11,0	12,8	5,6	1,80	
9	5,2	<0,5	2,3	<0,005	24,5	0,26	0,03	130,1	11,1	12,3	6,5	5,1	
10	5,3	1,99	20,9	<0,005	24,4	0,3	0,031	49,7	10,5	11,9	8,3	4,4	
11	4,3	0,67	9,4	<0,005	22,1	0,32	0,029	62,1	12,9	13,7	6,1	3,90	
12	4,1	-	4,1	0,051	15,1	0,36	0,021	47,4	12,9	12,6	10,0	5,1	
Значения по бассейну	Сред- ние	5,2	1,17	51,3	0,0136	20,4	0,3	0,034	69,0	12,3	15,0	7,5	4,4
	Min	4,1	<0,5	2,3	<0,005	12,4	0,2	0,019	34,8	9,1	8,9	5,3	0,81
	Max	7,4	3,09	37,7	0,051	43,3	0,73	0,112	200,9	26,1	45,9	17,8	19,1
Бассейн р. Чёрной													
13	6,1	<0,5	149,0	<0,005	25,2	0,46	0,027	70,1	16,5	21,6	6,2	6,0	
14	5,8	11,8	78,0	0,052	16,7	0,4	0,064	67,6	28,4	12,8	5,4	5,4	
15	6,9	9,8	224,9	0,031	60,5	0,33	0,076	147,0	22,8	16,2	5,7	9,5	
16	7,2	3,0	465,0	0,037	22,5	0,2	0,03	66,2	13,1	14,5	5,8	2,9	
17	7,4	2,5	1925,0	0,057	115	0,35	0,055	301,8	28,4	24,1	7,5	18,0	
18	5,2	7,8	62,0	<0,005	18,6	0,23	0,028	51,4	15,4	26,7	2,9	1,81	
19	4,2	5,8	<5	<0,005	16,0	0,21	0,023	49,1	11,7	16,3	5,1	1,78	
20	5,3	1,8	23,8	0,005	21,4	0,31	0,029	70,3	18,2	21,9	8,7	5,8	
Значения по бассейну	Сред- ние	6,0	5,4	366,6	0,025	37,0	0,31	0,042	103,0	19,3	19,3	5,9	6,4
	Min	4,2	<0,5	<5	<0,005	16,0	0,2	0,023	49,1	11,7	12,8	2,9	1,78
	Max	7,4	11,8	1925	0,057	115	0,46	0,076	301,8	28,4	26,7	8,7	18,0
Бассейн р. Красная Речка (верхнее течение в районе с. Ильинки)													
21	3,9	0,66	15,4	<0,005	17,5	0,38	0,025	55,5	11,8	15,3	7,2	4,4	
22	3,6	1,1	31,4	<0,005	21,1	0,29	0,012	26,8	6,0	8,7	5,1	1,55	
23	3,5	1,4	2,1	<0,005	33,5	0,33	0,027	29,9	6,7	9,2	8,1	4,4	
24	3,3	1,2	3,3	<0,005	34,7	0,5	0,044	65,2	19,7	47,3	7,5	8,7	
25	3,3	1,4	4,3	<0,005	35,1	0,43	0,045	50,1	13,9	16,7	6,8	6,1	
Значения по бассейну	Сред- ние	3,5	1,15	11,3	<0,005	28,4	0,39	0,03	45,5	11,6	19,4	6,9	5,0
	Min	3,3	0,66	2,1	<0,005	17,5	0,29	0,012	26,8	6,0	8,7	5,1	1,55
	Max	3,9	1,4	31,4	<0,005	35,1	0,5	0,045	65,2	19,7	47,3	8,1	8,7
ПДК	-	130	1000	0,02	-	1,0	2,1	-	-	-	2	нор- ма - <16	
ОДК при pH < 5,5	-	-	-	-	65	1,0	-	110	66	40	5		
ОДК при pH > 5,5	-	-	-	-	130	2,0	-	220	132	80	10		

Примечания : * – места расположения площадок указаны на рис. 1; ** – суммарный показатель загрязнения тяжёлыми металлами и мышьяком. Прочерк означает отсутствие ПДК или ОДК

Наибольшие из средних суммарных показателей загрязнения (Z_c) отмечены для почв водоохранных зон р. Чёрной. Максимальные суммарные показатели загрязнения почв тяжёлыми металлами и мышьяком наблюдались в почвах водоохранных зон рр. Берёзовой и Чёрной (табл. 1). Здесь обнаружены два значения Z_c в интервале от 16 до 32, что соответствует категории загрязнения «умеренно опасная».

Следует отметить, что суммарный показатель Z_c характеризует загрязнение почв особо опасными неорганическими токсикантами (тяжелыми металлами и мышьяком). Для общей оценки степени загрязнения почв необходимо учитывать содержание и других опасных загрязняющих веществ [17, п. 6.4]. В нашей работе общая оценка степени загрязнения исследованных почв дана с учетом органических токсикантов (бенз(а)пирена и нефтепродуктов).

Согласно табл. 2 и рис. 1, очаги очень сильного загрязнения отмечены в районе верхнего течения р.левой Берёзовой-3 (площадки отбора проб № 6, ул. Ясная 2б и № 9, ниже завода ЖБИ-4), в районе верхнего течения р.правой Берёзовой – точка отбора № 12, вблизи АЗС № 88, в среднем течении р. Черной и ее притоков (площадки 14 и 17). Здесь отмечается загрязнение на уровне от 2 до 5 ПДК для органических токсикантов 1 класса опасности и от ПДК до K_{max} для неорганических токсикантов 1 класса опасности.

Очагами слабого загрязнения с установленными превышениями допустимых норм на уровне 1-2 ПДК (ОДК) оказались территории, расположенные в районах среднего течения р.левой Берёзовой-2 (точка № 4, база отдыха «Аризона»); левого притока р. Чёрной (точка № 15, ул. Донская 2а), верхнего течения руч. Гнилая Падь (точка № 16, ул. Карла Маркса 144), левого притока р. Красная Речка (точка № 24, ул. Яблонева).

Наибольшее влияние на формирование очагов химического загрязнения почв водоохранных зон верхнего и среднего течения р. Черной и её притоков (точки № 14, 15, 16, 17) оказывает водосбор, расположенный на производственных территориях, с которых без очистки разгружаются коммунальные и ливневые стоки. Этот район попадает также в область рассеивания примесей от крупнейшего источника загрязнения города – Хабаровской ТЭЦ-1.

Далее на наиболее загрязнённых участках мы проследили аккумуляцию токсикантов в сопутствующих почвам компонентах речных систем – водах исследуемых рек и донных отложениях. Сравнение концентраций нефтепродуктов и

цинка в компонентах речной системы руч. Гнилая Падь на исследованных площадках (рис. 2) показало, что наибольшая концентрация этих токсикантов наблюдается в почвенной среде, которая здесь является источником загрязнения для остальных компонентов речной системы. В динамике загрязняющих веществ преобладает смыв с поверхности, а перемещение русловым потоком не способствует образованию достаточных донных наносов. Несмотря на это, на нижнем участке ручья аккумуляция нефтепродуктов и цинка отмечается во всех компонентах.

На верхнем и нижнем участках р. Чёрной (в районе ул. Донской) средой, в которой отмечена наибольшая концентрация нефтепродуктов и цинка, оказались донные отложения (рис. 3). При этом содержание токсикантов в прибрежных почвах значительно уступает их содержанию в донных грунтах. Так, концентрация нефтепродуктов в донных отложениях нижнего по течению р. Черной участка превысило содержание их в прибрежных почвах почти в 100 раз.

Обобщая отраженные на рис. 2 и 3 данные, следует подчеркнуть, что характер аккумуляции загрязняющих веществ в компонентах речной системы (в данном случае р. Черной и ее притока руч. Гнилая Падь) зависит от расположения исследованных участков вдоль русла малой реки. Так, для участков выше по течению характерен интенсивный смыв загрязняющих веществ с прибрежных почв и их перенос русловым потоком на участки нижнего течения. На участках среднего и нижнего течения рассматриваемых водотоков нет возможности разбавления водами более чистых притоков, поэтому наибольшая аккумуляция нефтепродуктов наблюдается в донных отложениях. В этом случае оба водотока (руч. Гнилая Падь и р. Черная) могут являться причиной загрязнения прибрежных почв во время сезонных разливов их вод. Для цинка аккумуляция в почвах превышает таковую в донных отложениях и русловых водах на всех участках. В значительной степени это связано с особенностями накопления металлов в геохимической среде [5], в частности, закреплением ионов цинка органическим веществом и глинистыми минералами почвенного поглощающего комплекса.

Выводы

Основными веществами, загрязняющими почвы прибрежных участков, поверхностные воды и донные отложения малых рек г. Хабаровска (Берёзовая, Красная Речка, Черная и ее приток руч. Гнилая Падь), являются свинец, цинк, бенз(а)пирен и нефтепродукты.

№ площадок	Критерий, определивший общую степень загрязнения	Категория загрязнения по СанПиН 2.1.7.1287-03
Бассейн р. Берёзовой		
1, 2, 3	$Z_c < 16$	«допустимая»
4	В соответствии с СанПиН 2.1.7.1287-03 загрязнение органическим токсикантом 1 класса опасности (бенз(а)пирен) на уровне от 1 до 2 ПДК считается допустимым $Z_c < 16$	«допустимая»
5	$Z_c < 16$	«допустимая»
6	В соответствии с СанПиН 2.1.7.1287-03 загрязнение неорганическим токсикантом 1 класса опасности (мышьяк) на уровне от ПДК до K_{max} считается опасным	«опасная»
7, 8	$Z_c < 16$	«допустимая»
9	В соответствии с СанПиН 2.1.7.1287-03 загрязнение неорганическим токсикантом 1 класса опасности (цинк) на уровне от ПДК до K_{max} считается опасным	«опасная»
10, 11	$Z_c < 16$	«допустимая»
12	В соответствии с СанПиН 2.1.7.1287-03 загрязнение органическим токсикантом 1 класса опасности (бенз(а)пирен) на уровне от 2 до 5 ПДК считается опасным	«опасная»
Бассейн р. Чёрной		
13	$Z_c < 16$	«допустимая»
14	В соответствии с СанПиН 2.1.7.1287-03 загрязнение органическим токсикантом 1 класса опасности (бенз(а)пирен) на уровне от 2 до 5 ПДК считается опасным	«опасная»
15	В соответствии с СанПиН 2.1.7.1287-03 загрязнение органическим токсикантом 1 класса опасности (бенз(а)пирен) на уровне от 1 до 2 ПДК считается допустимым $Z_c < 16$	«допустимая»
16	В соответствии с СанПиН 2.1.7.1287-03 загрязнение органическим токсикантом 1 класса опасности (бенз(а)пирен) на уровне от 1 до 2 ПДК считается допустимым $Z_c < 16$	«допустимая»
17	В соответствии с СанПиН 2.1.7.1287-03: - загрязнение органическим токсикантом 1 класса опасности (бенз(а)пирен) на уровне от 2 до 5 ПДК считается <u>опасным</u> ; - загрязнение неорганическим токсикантом 1 класса опасности (цинк) на уровне от ПДК до K_{max} считается опасным	«опасная»
18, 19, 20	$Z_c < 16$	«допустимая»
Бассейн р. Красная Речка (верхнее течение в районе с. Ильинки)		
21, 22, 23, 24	$Z_c < 16$	«допустимая»
25	В соответствии с СанПиН 2.1.7.1287-03 загрязнение неорганическим токсикантом 2 класса опасности (никель) на уровне от ПДК до K_{max} считается опасным	«опасная»

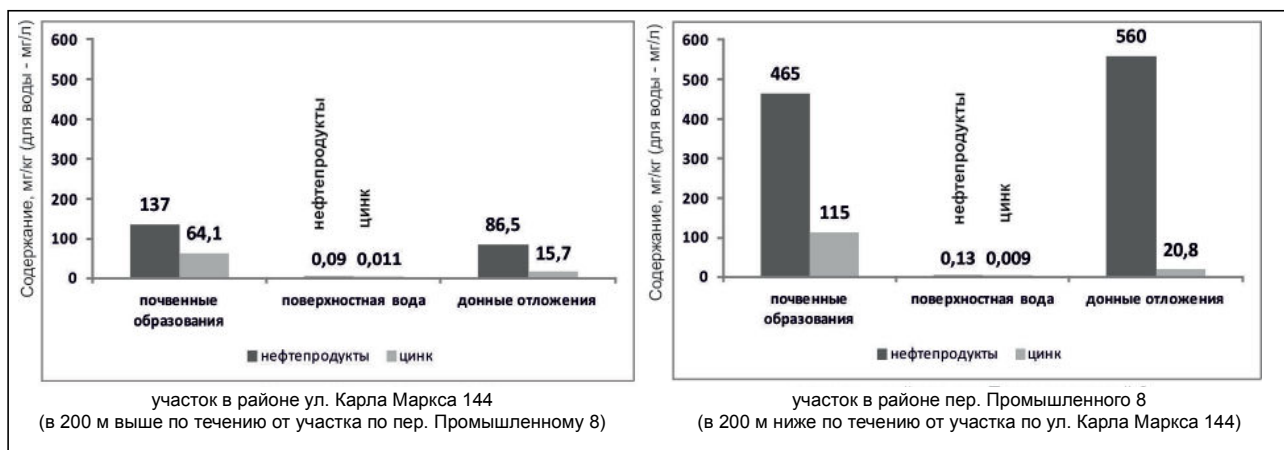


Рис. 2. Содержание нефтепродуктов и цинка в компонентах речной системы руч. Гнилая Падь на верхнем и нижнем участках реки, мг/кг (для воды – мг/л)

Fig. 2. Content of oil products and zinc in the river system components of the Gnilya Pad' upper and lower parts of the stream, mg/kg (mg/l for the water)

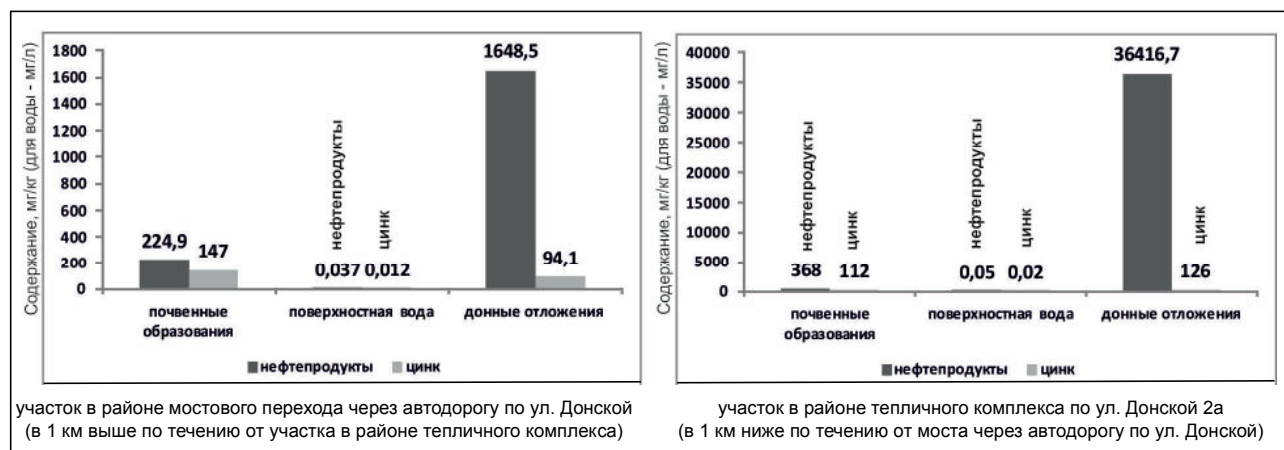


Рис. 3. Содержание нефтепродуктов и цинка в компонентах речной системы р. Чёрная на верхнем и нижнем участках реки, мг/кг (для воды – мг/л)

Fig. 3. Content of oil products and zinc in the river system components of the Chernaya River upper and lower parts, mg/kg (mg/l for the water)

Река Чёрная является самой загрязнённой из всех малых рек в черте г. Хабаровска. По р. Чёрной в большом количестве осуществляется транспорт загрязняющих веществ с промышленных территорий города. Их аккумуляции в прибрежной почвенной среде способствуют меандрирующие участки и аллювиальные наносы во время сезонных разливов речных вод.

Химическое загрязнение почв в водоохраных зонах малых рек может быть как причиной, так и следствием загрязнения поверхностных вод и донных отложений водотоков.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Водный кодекс Российской Федерации: федеральный закон Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 29.07.2017) // Собрание законодательства Российской Федерации. 2006. № 23. 44 с.
2. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест: методические указания от 05.02.1999 № 2.1.7.730-99. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. 21 с.
3. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Хабаровского края в

- 2016 году / под ред. А.Б. Ермолина. Ижевск: ООО «Принт-2», 2017. 226 с.
4. Калманова В.Б. Выбор и обоснование методов оценки экологического состояния урбанизированных территорий // Региональные проблемы. 2010. Т. 13, № 2. С. 67–71.
 5. Коган Р.М. Особенности накопления тяжелых металлов в антропогенно измененных почвах // Региональные проблемы. 2009. № 11. С. 55–58.
 6. Кумачев Ю.И. Малые реки большого города // Наука и жизнь. 1998. № 4. С. 16-19.
 7. Курбатова А.С., Башкин В.Н. Экологические функции городских почв. М.: Маджента, 2004. 232 с.
 8. Малые реки России (использование, регулирование, охрана, методы водохозяйственных расчетов) / под ред. А.М. Черняева. Свердловск: Среднеуральское кн. изд-во, 1988. 320 с.
 9. Нарбут Н.А., Антонова Л.А., Матюшкина Л.А., Климина Е.М., Караванов К.П. Стратегия формирования экологического каркаса городской территории (на примере Хабаровска). Владивосток; Хабаровск: ДВО РАН, 2002. 129 с.
 10. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. ГН 2.1.7.2511-09. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 10 с.
 11. Перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых количеств (ОДК) химических веществ в почве / Минздрав СССР. М., 1997. 7 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.
 13. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа: ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. М.: Стандартиформ, 2008. 8 с.
 14. Практическое руководство по оценке экологического состояния малых рек: учебное пособие для сети общественного экологического мониторинга / под ред. д.б.н. В.В. Скворцова. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: Крисмас, 2006. 176 с.
 15. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. ГН 2.1.7.2041-06. Бюллетень нормативных актов Федеральных органов исполнительной власти, № 10, 06.03.2006. 15 с.
 16. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 18. Дальний восток. Вып. 2-й. Нижний Амур. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 592 с.
 17. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. СанПиН 2.1.7.1287-03. Бюллетень нормативных актов Федеральных органов исполнительной власти, № 29. 21.07.2003. 23 с.
 18. Инженерно-экологические изыскания для строительства. СП 11-102-97. М.: ПНИИИС Госстроя России, 1997. 37 с.

ASSESSMENT OF CHEMICAL SOILS CONTAMINATION IN THE KHABAROVSK SMALL RIVERS WATER PROTECTION ZONES

A.M. Koshelkov, L.A. Matiushkina

The content of pollutants (benzopyrene, oil products, heavy metals and arsenic) in soils of the Khabarovsk small rivers water protection zones (Berezovaya, Krasnaya Rechka, Chernaya, Gnilaya Pad' rivers) has been studied by the authors. Out of 25 soil samples, the excess concentration is stated for petroleum products (about 2 times) at only one key section of the Gnilaya Pad' river; for benzopyrene (1.8–2.8 times) - at seven sections of the Gnilaya Pad', Left and Right Berezovaya rivers. The authors have found arsenic contamination of soil in the Right and Left Berezovaya, Krasnaya Rechka rivers water protection zones. There is a clear tendency of exceeding the MAC of arsenic in soils with acidic reaction of the environment (pH < 5.5). The authors give a comparative assessment of pollution for soil, surface water and bottom sediment by oil products and zinc along the Chernaya River and its tributary – Gnilaya Pad'. The accumulation of these toxicants in soils of coastal zones is established to exceed the showings in surface waters and bottom sediments of the investigated rivers.

Keywords: small rivers, territory, water protection zones, soils, surface water, bottom sediments, chemical pollution.