

# СОДЕРЖАНИЕ **МЕТАЛЛОВ** в ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ БАССЕЙНОВ рек ПЕЧОРЫ и ВЫЧЕГДЫ

**Рассмотрен химический состав донных отложений р. Печоры и р. Човью. Приведены данные по уровню их загрязнения металлами в летний период 2009–2010 гг.**

## Введение

**Д**ля европейской части северных территорий России все большую актуальность приобретает проблема оценки последствий долговременного аэротехногенного загрязнения водоемов как в импактных зонах промышленных предприятий, так и в эталонных районах [1]. Такая оценка должна основываться на сравнении с фоновыми показателями состояния природных сред. Фоновое содержание химического вещества — уровень его содержания, сравнение с которым позволяет обнаружить превышение его в аналогичных объектах под влиянием антропогенных факторов [2]. Стандартными участками служат особо охраняемые природные территории (заповедники и заказники), не испытывающие антропогенного воздействия [3]. Часто об исходном содержании химических веществ судят по составу почв ненарушенных территорий, удаленных от локальных источников загрязнения на 50—100 км [4]. Кроме того, в качестве первичного природного уровня принимается региональная средняя концентрация элемента, а при его отсутствии — кларк или его среднемировое содержание в почве [5].

При экологической оценке гидрозкосистемы одним из наиболее информативных объектов изучения являются донные отложения (ДО) [6, 7], представляющие собой результат механического осаждения и химико-биологических процессов, протекающих в водоеме [8]. Они в отличие от природ-

**Г.Н. Доровских\***,

доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биологии, ФБГОУ ВПО Сыктывкарский государственный университет

**В.В. Мазур**, аспирант, ФБГОУ ВПО Сыктывкарский государственный университет

ных вод являются депонирующей средой, где не только накапливаются поллютанты, но и протекают реакции образования новых химических соединений, токсичность которых может быть даже выше [9]. С увеличением степени заиленности (от песков к илам) скорость поглощения металлов отложениями возрастает [10]. Поступление металлов в осадки особенно интенсивно протекает в водоемах замедленного стока под действием сил гравитации [8]. В целом состав и свойства грунтов являются отражением совокупности процессов, происходящих в водоеме и на его водосборной территории, отражая геохимические особенности последней [9]. Установлена унаследованность соотношений подвижных форм металлов к их валовому содержанию от почв к ДО [11]. Это позволяет по их составу и валовому содержанию оценить нагрузку на водоток [12].

ДО водотоков Печоро-Илычского заповедника и бассейна среднего течения р. Вычегды, характеристики которых могут служить фоновыми показателями состояния природной среды, до сих пор не исследованы на содержание в них металлов.

Цель работы — определить содержание металлов в ДО водоемов, относящихся к бассейнам верхнего и среднего течения р. Печоры и среднего течения р. Вычегды.

## Материалы и методы исследования

**М**атериал собран во второй половине июня — первой половине июля 2009–2010 гг. из бассейна верхнего и среднего течения р. Печоры (территория Печоро-Илычского заповедника) (рис. 1) и р. Човью (приток среднего течения р. Вычегды), из участка, лежащего в черте г. Сыктывкара (микрорайон В. Чов). Координаты пунктов (сверху вниз) отбора проб ДО: курья Манская — 62°02.089' с.ш., 58°33.329' в.д.; русло р. Печоры в районе устья р. Гаревки — 62°04' с.ш., 58°28' в.д.; курья Кременная — 62°04.609' с.ш., 58°26.557'

\*Адрес для корреспонденции: dorovskg@mail.ru



Таблица 1

Характеристики некоторых водоемов и их участков в бассейне Верхней и Средней Печоры

Водоем и его участки	Дата	pH	Удельная электропроводность, мСм/см	Содержание в воде растворенного кислорода, мг/л	Температура воды, °С
Русло р. Печоры					
Р-н Манской курьи	03.07.2010	8,9 ± 0,1	38,5 ± 6,4	8,48 ± 0,1	18,8
Устье р. Гаревки	03.07.2010	8,4 ± 0,1	28,0 ± 3,1	8,65 ± 0,1	17,6
1 км ниже устья р. Шайтановки	05.07.2010	8,1 ± 0,2	44,2 ± 17,9	7,22 ± 0,2	15,3
2,7 км выше пос. Якша	27.06.2010	8,1 ± 0,1	41,4 ± 14,8	7,80 ± 0,3	18,9
Р-н пос. Якша	26.06.2010	7,6 ± 0,3	41,2 ± 15,6	2,25 ± 0,9	16,3–22,5
Курьи					
Манская	03.07.2010	8,8 ± 0,1	34,6 ± 1,5	9,49 ± 0,1	18,3
Кременная	03.07.2010	8,9 ± 0,1	22,2 ± 6,6	8,97 ± 0,3	21,3
Р. Б. Шайтановка					
Р-н стоянки лодок	02.07.2010	8,7 ± 0,02	37,6 ± 13,8	5,47 ± 0,3	9,1
Старица	01.07.2010	8,4 ± 0,03	23,6 ± 6,4	4,33 ± 0,3	7,1
200 м выше устья	30.06.2010	8,5 ± 0,05	62,2 ± 6,7	5,89 ± 0,3	7,2
2,5 км выше устья	01.07.2010	8,7 ± 0,03	48,6 ± 2,5	6,57 ± 0,3	5,9
3 км выше устья	07.07.2010	8,7 ± 0,1	35,5 ± 2,2	2,69 ± 0,5	10,4
5 км выше устья	06.07.2010	8,4 ± 0,2	45,6 ± 3,2	6,09 ± 0,1	8,8

ко по содержанию в них Са ( $t_{st} = 15,2$ ;  $P < 0,001$ ). Существенный рост концентрации Са в ДО русла р. Печоры ниже устья р. Б. Шайтановки (эта точка взятия пробы – заостровка, где течение замедленно) в значительной степени связан с выносом его с водами из последнего водотока и самой р. Печоры. Грунты пунктов отбора проб в среднем течении р. Печоры статистически не различаются по концентрации содержащихся в них металлов.

Здесь ясно прослеживается связь концентрации металлов в ДО со стоком взвесей по руслу р. Печоры, что подтверждается наблюдениями за содержанием металлов в грунтах курий, относящихся к бассейну верхнего течения р. Печоры. В отложениях курьи Кременная концентрация Mg ( $t_{st} = 2,86$ ;  $P < 0,01$ ), Cu ( $t_{st} = 2,60$ ;  $P < 0,01$ ) и Fe ( $t_{st} = 2,20$ ;  $P < 0,05$ ) выше, чем в иле Манской курьи, расположенной выше. Содержание Са, Zn, Al статистически одинаково в грунтах обоих водоемов. В иле курьи Кременная концен-

трация металлов статистически одинакова с таковой в ДО среднего течения р. Печоры. Исключение составил Zn, содержание которого выше ( $t_{st} = 2,86$ ;  $P < 0,01$ ) в речных отложениях вблизи и в районе пос. Якша (табл. 2).

На основе приведенных данных можно предположить, что основное поступление металлов в курьи и старицу в низовьях р. Б. Шайтановки происходит во время половодий, когда в них свободно поступает речная вода, а также талые и дождевые воды, несущие продукты разрушения берегов. Атмосферные осадки, промывая почвенную толщу и смывая с ее поверхности мелкие частицы, одновременно вовлекают в водную миграцию металлы, большая часть которых связана именно с тонкими почвенными частицами, образующими речные взвеси [14]. С уменьшением размера фракций осадков содержание практически всех металлов в них возрастает [10]. Металлы быстро переходят из растворенного состояния во взвеси, обладающие высокой сорбционной способ-

Таблица 2

Содержание металлов в ДО (мкг/г сух. массы)

Участок отбора пробы	Металлы							
	Ca	Zn	Cu	Mg	Fe	Al	Pb	Cd
Р. Печора								
Устье р. Гаревки	210,0 ± 14,0	110,0 ± 8,3	240,0 ± 18,8	130,0 ± 17,4	250,0 ± 26,1	220,0 ± 17,0	18,0 ± 6,9	14,0 ± 6,6
1,0 км ниже устья р. Б. Шайтановка	590,0 ± 20,9	110,0 ± 13,8	210,0 ± 15,4	160,0 ± 12,0	220,0 ± 14,2	230,0 ± 19,5	9,0 ± 6,3	5,0 ± 3,9
2,7 км выше пос. Якша	620,0 ± 15,7	270,0 ± 14,2	310,0 ± 23,9	240,0 ± 21,5	310,0 ± 19,2	200,0 ± 17,1	14,0 ± 6,3	2,0 ± 1,2
Р-н пос. Якша	580,0 ± 23,9	210,0 ± 18,0	260,0 ± 20,9	230,0 ± 18,4	310,0 ± 21,5	190,0 ± 16,2	21,0 ± 8,8	7,0 ± 4,0
Курьи								
Манская	610,0 ± 23,4	160,0 ± 19,1	250,0 ± 20,3	140,0 ± 22,3	290,0 ± 20,3	240,0 ± 24,9	11,0 ± 4,1	11,0 ± 4,0
Кременная	650,0 ± 18,4	190,0 ± 24,9	310,0 ± 12,2	240,0 ± 26,6	350,0 ± 18,4	240,0 ± 18,1	16,0 ± 7,8	9,0 ± 3,7
Р. Б. Шайтановка								
5,0 км выше устья	640,0 ± 28,1	140,0 ± 28,9	220,0 ± 17,4	190,0 ± 19,8	230,0 ± 20,7	320,0 ± 19,6	0	0
3,0 км выше устья	590,0 ± 19,6	130,0 ± 21,0	190,0 ± 21,9	120,0 ± 17,1	210,0 ± 14,2	180,0 ± 17,9	0	0
0,2 км выше устья	600,0 ± 19,6	240,0 ± 17,7	230,0 ± 16,3	180,0 ± 16,2	220,0 ± 15,8	150,0 ± 19,8	0	0
Стоянка лодок	590,0 ± 13,7	120,0 ± 15,7	200,0 ± 19,1	160,0 ± 23,9	210,0 ± 26,2	250,0 ± 24,9	0	0
Старица	1060,0 ± 107	630,0 ± 18,8	680,0 ± 16,5	450,0 ± 20,8	3700,0 ± 178	3720 ± 125	0	0
Р. Човью								
Р-н пос. В. Чов	240,0 ± 20,3	90,0 ± 13,2	90,0 ± 16,6	320,0 ± 29,5	1010,0 ± 90,4	1780,0 ± 94,6	0	30,0 ± 14,1

ностью. Поэтому отложения водоемов накапливают весь комплекс химических веществ, присутствующих в воде [15].

В курьях и старице вода застаивается, взвеси оседают и происходит накопление содержащихся в них металлов. Действительно, наиболее низкие значения удельной электропроводности воды отмечены в районах наиболее интенсивного осадконакопления (табл. 1). В курьях развивается водная, полуводная и околородная растительность, продукты распада которых оказываются в водоеме. Металлы сюда попадают с листвой, хвоей и т.д.

В илах р. Б. Шайтановки, в ее нижнем 5-километровом отрезке, содержание металлов примерно одинаково (табл. 2). Этот участок реки расположен на однородной заболоченной лесистой местности. Размываемые скальные породы зале-

гают выше. В грунте из точки 0,2 км выше устья отмечено более высокое содержание Zn, в осадках на 5-километровом участке и в районе стоянки лодок – Al. Это участки русла, куда попадают стоки из малых пойменных водоемов и находятся устья лесных ручьев. В иле старицы в низовьях р. Б. Шайтановки концентрация металлов особенно высока. Это, видимо, объясняется тем, что старица во время половодий заливается водами и р. Б. Шайтановки, и р. Печоры. В результате в ее ДО оказываются взвеси двух водотоков. Интересно, что в иле старицы не обнаружены Pb и Cd, отмеченные в грунтах русла р. Печоры и обеих курий (табл. 2).

В грунте среднего течения р. Човью концентрация Mg ( $t_{st} = 3,30-5,90$ ;  $P < 0,001$ ) выше, чем в илах верхнего течения р.

Печоры, русла р. Б. Шайтановки и куры Манская, содержание Fe ( $t_{st} = 7,17; P < 0,001$ ) и Al ( $t_{st} = 15,54; P < 0,001$ ) выше по сравнению со всеми исследованными пунктами бассейнов верхнего и среднего течения р. Печоры, за исключением ДО старицы в низовьях р. Б. Шайтановки. В илах р. Човью ниже концентрация Cu ( $t_{st} = 3,30-5,90; P < 0,001$ ), содержание Zn ( $t_{st} = 3,30-5,90; P < 0,001$ ) статистически одинаково с таковым в руслах Верхней Печоры и Б. Шайтановки. Содержание Ca ( $t_{st} = 3,30-5,90; P < 0,001$ ) в грунте р. Човью такое же, как в иле в районе устья р. Гаревки и ниже, чем в отложениях бассейна р. Печоры (табл. 2).

Указанные различия участков сбора материала обуславливают разницу ранжированных рядов металлов из ДО изученных водоемов:

Р. Печора:

Курыя Манская — Ca > Fe ≥ Cu ≥ Al > Zn ≥ Mg >> Pb = Cd;

Русло р. Печоры в районе устья р. Гаревки — Fe = Cu = Al = Ca > Mg = Zn >> Pb = Cd;

Курыя Кременная — Ca > Fe ≥ Cu > Al = Mg > Zn >> Pb ≥ Cd;

1,0 км ниже устья р. Б. Шайтановки — Ca > Fe = Al = Cu > Mg > Zn > Pb = Cd;

Русло р. Печоры в 2,7 км выше пос. Якша — Ca > Fe = Cu > Zn ≥ Mg ≥ Al >> Pb > Cd;

Русло р. Печоры в районе пос. Якша — Ca > Fe ≥ Cu ≥ Mg ≥ Zn ≥ Al >> Pb > Cd;

Р. Б. Шайтановка:

5-й км — Ca >> Al > Fe > Cu > Mg > Zn;

3-й км — Ca >> Fe > Cu > Al > Zn > Mg;

0,2 км — Ca > Zn > Cu > Fe > Mg > Al;

Стоянка лодок — Ca > Al > Fe > Cu > Mg > Zn;

Старица — Fe = Al > Ca > Cu > Zn > Mg;

Р. Човью :

Al > Fe >> Mg > Ca > Zn = Cu >> Cd.

Исследованные ДО по набору металлов и их ранжированным рядам разбиваются на две группы — грунты р. Човью и бассейна р. Печоры. Последние, в свою очередь, делятся на илы Средней Печоры и курий (Манская, Кременная), отложения Верхней Печоры (р-н устья р. Гаревки) и бассейна р. Б. Шайтановки. ДО последнего водотока подразделяются на осадки старицы и русла реки. Эта классификация отложений бассейна р. Печоры и р. Човью отражает генетическую связь грунтов разных его участков и их кумулятивное происхождение.

**Ключевые слова:** металлы, донные отложения, заиление, геохимический фон

Установлено [3], что химический состав поверхностных вод территории формируется под влиянием ее геологического строения, климата, почвы, растительного покрова.

Содержание Ca в водах заповедника занимает ведущее место, что объясняется их обогащением известковыми водами, выходящими из-под подножия Пармы. В районе Верхней Печоры широко представлен кальцит (известковый шпат — минерал CaCO<sub>3</sub>), нередко имеющий примеси Mg, Fe, Mn, Zn и др. Однако химизм вод Якшинского участка и участка Пармы, протяженностью от истока и до устья р. Б. Шайтановки, значительно отличается — например, по количеству Ca почти в 2 раза. Среди анионов преобладает ион SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> [16]. Поступление в поверхностные воды Zn и Cd, видимо, связано с разрушением и растворением сфалерита [(Zn, Cd) S], а Cu — халькоперита [CuFeS<sub>2</sub>]. В близповерхностных условиях халькоперит неустойчив и в процессе выветривания довольно быстро разрушается с образованием вторичных минералов меди. Действительно, Печорский Урал имеет различные типы медных руденений, особенно связанных с микроклин-пертитовыми гранитами [17]. Представлен здесь и биотит (слюда, содержащая K, Al, Mg, Fe), важный породообразующий минерал гранитов, гранодиоритов, трахитов. Обычна в этих местах обыкновенная роговая обманка — сложный алюмосиликат Ca, содержащий Mg, Fe и др. [18].

В бассейне среднего течения р. Вычегды, куда относится р. Човью, широко распространены юрские и меловые отложения, к которым приурочены стратиграфически и генетически тесно связанные фосфориты и серный колчедан [17]. Здесь обычен апатит — полигенный минерал, часто имеющий примеси Mn, Fe, Al и др. В составе минералов илистой фракции преобладают бейделлит и феррибейделлит [19].

Знание природных концентраций тяжелых металлов в осадках рек дает возможность судить о состоянии чистоты или загрязненности территории. Тяжелые металлы, накопленные в илах, могут быть источником вторичного загрязнения поверхностных вод [20].

Сравним полученные концентрации тяжелых металлов со значением величины кларка, фоновыми концентрациями, официально установленными допустимыми уровнями и др. ранее полученными натуральными данными [21, 22], а также с системой стандартов, принятой в Нидерландах (цит. по [7]), где

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов в ДО, мкг/г сухой массы

Химические элементы	Содержание в ДО	Кларки литосферы <sup>1</sup>	Пресноводные ДО <sup>2</sup>	Экологические нормативы (ПДК) и нормативы санации для ДО, принятые в Нидерландах	
				S <sup>3</sup>	I <sup>4</sup>
Fe	210–3700	46,5	43,5	-*	-
Cu	90–680	47,0	43,0	35	190
Zn	90–630	83,0	110,0	140	720
Pb	9–21	16,0	28,0	85	530
Cd	2–30	0,13	0,35	0,8	12

Примечание: \*экологические нормативы (ПДК) и нормативы санации по Fe для ДО отсутствуют.

<sup>1</sup> – кларки литосферы [27].<sup>2</sup> – пресноводные донные отложения, цит. по [6].<sup>3</sup> – экологические нормативы для ДО, принятые в Нидерландах.<sup>4</sup> – нормативы санации для ДО, принятые в Нидерландах

Валовое содержание тяжелых металлов в ДО в мкг/г приведено к единому стандартному образцу, содержащему 10 % органического вещества и 25 % частиц размером &lt; 2 мкм.

Таблица 4

Коэффициент обогащения по кларку литосферы, пресноводным ДО, экологическим нормативам (ПДК) и нормативам санации для ДО

Химические элементы	Содержание в ДО (мкг/г сухой массы)	КО <sup>1</sup>	КО <sup>2</sup>	КО <sup>3</sup>	КО <sup>4</sup>
Fe	210–3700	4,5–79,6	4,8–85,1	-*	-
Cu	90–680	1,9–14,5	2,1–15,8	2,6–19,4	0,5–3,6
Zn	90–630	1,1–7,6	0,8–5,7	0,6–4,5	0,1–0,9
Pb	9–21	0,5–1,3	0,3–0,7	0,1–0,3	0,02–0,04
Cd	2–30	15,4–230,1	5,7–85,7	2,5–37,5	0,02–2,5

Примечание: \*экологические нормативы (ПДК) и нормативы санации по Fe для ДО, принятым в Нидерландах, отсутствуют.

<sup>1</sup> – КО, рассчитанные по кларкам литосферы [27].<sup>2</sup> – КО, рассчитанные по пресноводным ДО, не подверженным антропогенному воздействию, цит. по [6].<sup>3</sup> – КО, рассчитанные по экологическим нормативам для ДО, принятым в Нидерландах.<sup>4</sup> – КО, рассчитанные по нормативам санации для ДО, принятым в Нидерландах.

существуют экологические нормативы, регламентирующие качество ДО, почв и грунтовых вод (табл. 3). Они приняты и опубликованы в 1993–1994 гг. В Нидерландах имеется два вида нормативов: «намеченный» (экологический) («Streewaarde» S) и «нормативы санации» («Interventiewaarde» I). В России ПДК тяжелых металлов в ДО пока не установлены.

Критерием «намеченного» (экологического) норматива является состояние экосистемы, при соблюдении которого ей не наносится ущерб. Превышение нормативов санации наносит вред окружающей среде и здоровью населения.

Уровнем загрязненности в этом методе служит коэффициент обогащения (КО),

показывающий, во сколько раз содержание тяжелых металлов в ДО превышает их кларковые, фоновые или ПДК значения и нормативы санации [6, 7].

В период исследований экологические нормативы содержания тяжелых металлов в грунтах водотоков бассейнов рек Печоры и Вычегды в случае расчета их относительно кларков литосферы и пресноводных грунтов, не подверженных антропогенному воздействию, превышены (табл. 4). Исключение составило содержание Pb, значительные концентрации которого отмечены только в осадках р. Печоры в районе пос. Якша, курье Кременная и устье р. Гаревки (табл. 2).

По другим источникам средние кларковые значения в земной коре для Cu составля-

ют 58 мкг/г [23]. В горных породах Cu содержится в количестве от 50 до 2000 мкг/г [24]. В гранито-гнейсах меди 35–50 мкг/г, хлоритовых сланцах 44–60 мкг/г, гипербазитовых породах с заметным сульфидным оруденением 200–300 мкг/г [25]. Источником поступления Cu выступают относительно свежие четвертичные отложения, в мелкоземистой части которых ее содержание близко или превышает кларковые значения для этого металла [25]. Однако в любом случае содержание меди в грунтах водоемов бассейна р. Печоры превышает приведенные значения ее концентрации в разных породах.

Превышение ПДК тяжелых металлов для ДО отмечено для Cu и Cd во всех пунктах сбора материала, для Zn в среднем течении р. Печоры, в р. Б. Шайтановке на участке 200 м выше устья и в старице, находящейся в низовьях последнего водотока.

Превышение нормативов санации тяжелых металлов для ДО зарегистрировано только для Cu и Cd. Для первого металла — во всех пунктах отбора проб в бассейне р. Печоры, что связано с природными особенностями региона, для второго — в р. Човью и, в значительно меньшей мере, в районе устья р. Гаревки.

Полученные данные показали наибольшее содержание металлов в осадках из старицы в низовьях р. Б. Шайтановки. О неблагоприятной экологической ситуации в этом участке бассейна верхнего течения р. Печоры сообщали и ранее [26].

Гольян, исследованный из этого места, поражен раковыми опухолями на 36,8 % [26] и даже 49,2 % [28]. Интересно, что в илах из этих мест отсутствуют Cd и Pb, металлы наиболее опасные для гидроэкосистем. Даже незначительные концентрации этих токсикантов способны вызывать необратимые функциональные нарушения, деформации, а иногда и смерть гидробионтов [29]. Наоборот, там, где эти металлы в грунтах зарегистрированы, пораженность гольяна пигментной меланомой не превышает 3 %, что характерно для экологически благополучных районов [30].

## Заключение

**В**оды р. Печоры, курий, р. Б. Шайтановки, старицы и р. Човью имеют преимущественно гидрокарбонатно-кальциевый состав, по щелочно-кислотным условиям они слабокислые, нейтральные и слабощелочные. Это класс вод, к которому относится большинство природных вод суши.

Исследованные ДО по набору и концентрации металлов разбиваются на грунты р. Човью и бассейна р. Печоры. Последние делятся на осадки Средней Печоры и курий (Манская, Кременная), грунты Верхней Печоры (р-н устья р. Гаревки, 1 км ниже устья р. Б. Шайтановки) и илы бассейна р. Б.

Шайтановки. Отложения р. Б. Шайтановки подразделяются на грунты русла реки и старицы. Эта классификация ДО отражает их генетическую связь икумулятивное происхождение.

Показано, что с увеличением заиленности отложений концентрация металлов в них возрастает. Особенно высоко содержание металлов в ДО водоемов с замедленным стоком. Наибольшая их концентрация отмечена в осадках старицы в низовьях р. Б. Шайтановки, в районе которой зарегистрирована неблагоприятная экологическая ситуация. В илах из старицы отсутствуют Cd и Pb — металлы, наиболее опасные для гидроэкосистем. Однако в грунтах экологически благополучных районов они зарегистрированы.

## Литература

1. Кашулин Н.А. Влияние цветной металлургии на состояние субарктических пресноводных экосистем / Н.А. Кашулин, В.А. Даувадьгер, С.С. Сандимиров, П.М. Терентьев, Д.Б. Денисов // Цветные металлы. 2011. №11. С. 71–75.
2. Волгин Д.А. Фоновый уровень и содержание тяжелых металлов в почвенном покрове Московской области // Электронный журнал «Вестник Московского государственного областного университета» ([www.evestnik.mgou.ru](http://www.evestnik.mgou.ru)). 2011. Сер. География. №1. С. 26–33.
3. Уварова В.И. Гидрохимическая характеристика водотоков Нижней Оби // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2011. №11. С. 132–142.
4. Химическое загрязнение почв и их охрана. Словарь-справочник. М.: Агропромиздат, 1991. 303 с.
5. Методические рекомендации по обследованию и картографированию почвенного покрова по уровням загрязнения промышленными выбросами. Сост. И.Г. Важенин / М.: Изд-во Почвенного института им. В.В. Докучаева, 1987. 25 с.
6. Галатова Е.А. Особенности накопления и распределения экотоксикантов в донных отложениях и водорослях / Е.А. Галатова, А.Ю. Шестаков, Г.Д. Капанадзе // Биомедицина. 2010. №5. С. 58–62
7. Голинская Л.В. Оценка содержания ряда металлов в донных отложениях водоемов восточного Оренбуржья // Вестник ОГУ. 2009. №6 (100). С. 558–559.
8. Денисова А.И. Донные отложения водохранилищ и их влияние на качество воды / А.И. Денисова, Е.П. Нахшина, Б.И. Новиков, А.К. Рябов Киев.: Наук. думка, 1987. 162 с.
9. Борзенков А.А. Формирование техногенных донных отложений и их влияние на гидробионты / А.А. Борзенков, М.В. Кумани, Д.И. Лукьянчиков // Геология, география и глобальная энергия. 2009. №4 (35). С. 179–183.
10. Хажеева З.И. Особенности накопления тяжелых металлов в воде, донных отложениях и биоте залива Черкалов сор оз. Байкал / З.И. Хажеева, Н.М. Пронин, Л.Д. Раднаева,

- Ж.Н. Дугаров, С.Д. Урбазаева // Химия в интересах устойчивого развития. 2005. №13. С. 95–102.
11. Сорокина О.А. Химический состав донных отложений среднего течения р. Амур / О.А. Сорокина, Н.В. Зарубина // Тихоокеанская геология. 2011. Т. 30. №5. С. 105–113.
  12. Соловых Г.Н. Эколого-химический мониторинг состояния донных отложений водных экосистем на территории Оренбургской области / Г.Н. Соловых, Л.В. Голинская, Е.М. Нефедова, Е.А. Кануникова // Вестник ОГУ. 2011. №12 (131). С. 242–244.
  13. Власова Т.А. Гидрохимия главных рек Коми АССР. Сыктывкар: Коми науч. центр УрО АН СССР, 1988. 152 с.
  14. Добровольский В.В. Роль органического вещества почв в миграции тяжелых металлов // Природа. 2004. №7. С. 35–39
  15. Кужина Г.Ш. Исследование загрязнения тяжелыми металлами донных отложений верхнего течения р. Урал / Г.Ш. Кужина, С.И. Янтурин // Вестник ОГУ. 2009. №6 (100). С. 582–584.
  16. Ефимова З.С. Связь растительности с химизмом вод на некоторых болотах заповедника / З.С. Ефимова, А.П. Сокол // Тр. Печоро-Ильчского гос. заповедника. Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1976. Вып. 13. С. 58–65.
  17. Производительность сил Коми АССР. Т. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1954. 464 с.
  18. Варсанюфьева В.А. Геологическое строение территории Печоро-Бьльчского государственного заповедника // Тр. Печоро-Ильчского гос. заповедника. Вып. 1. М.: Главное управление по заповедникам при СНК РСФСР, 1940. 298 с.
  19. Природа Сыктывкара и окрестностей. Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1972. 170 с.
  20. Даувальтер В.А. Оценка баланса тяжелых металлов (Ni и Cu) на водосборе субарктического озера (на примере Чунозера) / В.А. Даувальтер, Н.А. Кашулин, С.С. Сандимиров, Н.Е. Раткин // Вестник МГТУ. 2009. Т. 12. №3. С. 507–515.
  21. Линник П.Н. Донные отложения водоёмов как потенциальный источник вторичного загрязнения водной среды соединениями тяжёлых металлов // Гидробиол. журн. 1999. Т. 35. №2. С. 97–107.
  22. Фоновое содержание микроэлементов в природных средах (по мировым данным) // Мониторинг фонового загрязнения природных сред. Л.: Гидрометеиздат, 1989. Вып. 5. С. 4–30.
  23. Добровольский В.В. География микроэлементов. Глобальное рассеивание. М.: Мысль, 1983. 256 с.
  24. Сидоренко Г.И. Никель (Гигиенические аспекты охраны окружающей среды) / Г.И. Сидоренко, А.И. Ицкова // АМН СССР. М.: Медицина, 1980. 187 с.
  25. Ежов А.Ю. Медь и никель в ландшафтах северо-запада Кольского полуострова // Электронный журнал «Вестник Московского государственного областного университета» ([www.evestnik.mgou.ru](http://www.evestnik.mgou.ru)). Сер. География. 2011. №2. С. 27–32.
  26. Доровских Г.Н. Локализация и встречаемость опухолей у гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) из бассейнов рек Северной Двины и Печоры // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 2. Биология, геология, химия, экология / Отв. ред. Г.Н. Доровских. Сыктывкар: Сыктывкарский госуниверситет, 2012. Вып. 2. С. 44–52.
  27. Виноградов А.П. Химический элементарный состав планктона Черного, Азовского и Каспийского морей // Биохимия морских организмов. Киев: Наук. думка, 1967. С. 70–83.
  28. Доровских Г.Н. Встречаемость опухолей у гольяна *Phoxinus phoxinus* (L.) в бассейне Верхней и Средней Печоры / Г.Н. Доровских, Л.Е. Гаврилина, А.А. Ситар, В.В. Мазур // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2013. №2. С. 78–87.
  29. Мур Дж. В. Тяжелые металлы в природных водах / Мур Дж. В., Рамамурти С. М.: Мир, 1987. 285 с.
  30. Ильницкий А.П. Канцерогенные вещества в водной среде / А.П. Ильницкий, А.А. Королёв, В.В. Худолей. М.: Наука, 1994. 222 с.

G.N. Dorovskikh, V.V. Mazur

## METAL CONTENT OF BOTTOM SEDIMENTS OF THE PECHORARIVER AND THE VYCHEGDA RIVER

The article considers data on chemical composition of bottom (benthic) sediments in the Pechora River and the Chovju River and data on a pollution level of the bottom sediments with metals during summer period in 2009–2010 are cited.

**Key words:** metals, bottom sediments, siltation, geochemical background