

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРИРОДНОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДОЕМАХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Разработан и опробован на одном из водоемов г. Казань методический подход к оценке природной и техногенной составляющих тяжелых металлов в водоемах урбанизированных территорий на основе геохимических данных об их запасах в донных отложениях. Метод позволяет количественно оценить долю загрязняющих веществ, поступивших в водоем из техногенных источников, с учетом параметров осадконакопления.

Ключевые слова: тяжелые металлы, донные отложения, урбанизированные территории, техногенные источники загрязнения.

Введение

Состав и свойства донных отложений (ДО) водоемов служат интегральным отражением процессов, происходящих на водосборе и непосредственного в его экосистеме в обширном интервале времени. Послойный анализ ДО посредством отбора стратиграфических колонок дает возможность проводить историческую реконструкцию природных условий исследуемой территории и выявлять динамику и степень техногенного воздействия на озера в обозримый интервал времени с учетом скорости осадконакопления. В отдельных слоях отложений сконцентрирована геохимическая информация, в результате анализа которой можно оценить динамику и объемы поступления в водоем органических и минеральных веществ из природных и техногенных источников, степень загрязнения донного грунта и возможность его изъятия и утилизации. Особый интерес для изучения процессов осадконакопления и геохимической реконструкции представляют водоемы урбанизированных территорий, в которых природные процессы модулируются вмешательством человека. Многие из них имеют рекреационное значение, требуют особого режима охраны и в ряде случаев проведения восстановительных мероприятий.

Ввиду того, что предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ, в том числе тяжелых металлов (ТМ), в ДО водоемов Российской Федерации не разработаны, исследователи при экологической оценке их качества обычно ориентируются на региональные фоновые концентрации. При анализе и интерпретации геохимических данных следует принимать во внимание местные геохимические особенности коренных и почвообразующих пород: наличие геохимических провинций с аномальным природным содержанием одного или группы металлов может привести к неадекватным выводам о качестве ДО водных объектов.

По результатам многолетних исследований водных объектов Республики Татарстан и сопредельных территорий (реки, озера, водохранилища) нами разработаны фоновые концентрации тяжелых металлов (Cd, Pb, Co, Cu, Ni, Zn, Cr, Mn, Fe) в ДО озер РТ, Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ (Иванов, 2007; Иванов и др., 2002; Иванов, Никитина, 2006). Причем для озер в качестве гео-

химического фона металлов рекомендован широко используемый в западной научной литературе критерий – «доиндустриальный фон» («geogenic background»), устанавливаемый по данным анализа наиболее древних отложений. В относительно молодом по времени образования (1956) Куйбышевском водохранилище природные концентрации металлов устанавливались на основе статистического анализа однородных по гранулометрическому составу фациальных выборок аллювиальных отложений руслового, пойменного и старичного типа.

Фоновые концентрации позволяют оценить уровни относительного накопления металлов в составе озерных и речных отложений с учетом их типологии (гранулометрического состава) при комплексной характеристике экологического состояния водного объекта, определении размеров ущерба от загрязнения ДО, разработке мероприятий по реабилитации загрязненных водных экосистем.

Процедура оценки уровня загрязненности тем или иным металлом обычно реализуется путем расчета соответствующих коэффициентов концентрации (K_c) как частного от деления фактически обнаруживаемых значений (C_i) к фоновым (C_f):

$$K_c = C_i / C_f \quad (1)$$

Величина K_c показывает, во сколько раз наблюдаемая концентрация выше природных значений, характерных для данного типа отложений соответствующей территории.

Широко применяемый при экспертных оценках суммарный показатель загрязнения (СПЗ) характеризует степень загрязнения ассоциации элементов относительно фона:

$$Z_c = \sum_i^n K_c - (n-1), \quad (2)$$

где K_c – коэффициенты концентрации больше 1; n – число элементов с $K_c > 1$.

В практике геохимических исследований принято, что объекты с Z_c менее 16 характеризуют допустимый, от 16 до 32 – умеренно опасный, от 32 до 128 – опасный, более 128 – чрезвычайно опасный уровень загрязнения (Саев и др., 1990; Экогеохимия ..., 1995). Чаще всего исследователи ограничиваются именно этими количественными оцен-



Рис. 1. Водоем старицы р. Казанка.

ками уровня загрязненности ДО токсичными металлами, однако концентрация вещества и производные от нее не всегда отражают реальную картину нагрузки на водный объект и тем более не дают сведений о масштабах накопления веществ в ДО как основном депо веществ в водных экосистемах.

Особую теоретическую ценность и практическую значимость представляет оценка доли металла (как и любого иного загрязняющего вещества), поступившего в водоем из природных (Δx_n) и техногенных (Δx_t) источников и депонированного в ДО. Речь идет о «величине природного (техногенного) накопления элемента» за определенный период существования водоема, выраженного в массовых единицах (например, тоннах в год).

Использование данных статистической отчетности 2ТП-водхоз дает исследователю возможность выполнить балансовые расчеты объемов поступления в водоем загрязняющих веществ в составе сточных вод. Как показывает практика, эти данные не всегда доступны, они в большинстве случаев не отражают картину фактических сбросов предприятий и, наконец, при ретроспективном анализе динамики загрязнения водного объекта за длительный период (30 и более лет) не смогут покрыть интересующего исследователя временного интервала.

Нами предлагается оригинальный методический подход к оценке природной и техногенной составляющих ТМ в водных экосистемах, основанный на данных об их запасах в ДО. Указанный подход был опробован на примере одного из водоемов г. Казань – излучины реки Казанка.

Методика исследования

В число городских водных объектов, необходимость оздоровления которого активно обсуждается в последние годы, входит старица реки Казанка (Поздняков и др., 2010; Никитин и др., 2011). Отсеченная излучина образовалась при строительстве сооружений инженерной защиты города от влияния Куйбышевского водохранилища в 1957 году путем отделения части реки двумя плотинами – Верхней и Нижней. Общая протяженность излучины, представляющей собой несколько водоемов, соединенных протоками, составляет 3,5 км, при средней ширине 30 м и глубине 0,5-1,5 м. В течение более 50 лет она служит приемником промышленных, ливневых и талых вод с последующей перекачкой их в водохранилище.

Вдоль берегов излучины расположены более десятка промышленных предприятий, оказывающих негативное воздействие на состояние водоема посредством сбросов сточных вод. С точки зрения оценки вклада в загрязнение водоема металлами наибольший интерес представляют 6 предприятий, история которых начинается задолго до об-

разования Куйбышевского водохранилища. Это ФКП «Казанский государственный казенный пороховой завод» (1788), ОАО «Сантехприбор» (1947), АО «Татшерсть» (1942), ОАО «Сафьян» (1924), ОАО «Серп и Молот» (1951), ОАО «Казанский завод медицинской аппаратуры» (1938). В составе сточных вод предприятий присутствуют кадмий, цинк, хром, никель, медь, свинец, железо.

В водоохранной зоне старицы располагаются частные застройки, гаражные кооперативы, железнодорожное полотно и автотрасса, а также снеговые отвалы, также оказывающие негативное влияние на состояние водных масс.

В 2009 году в юго-восточной части излучины, в одном из старичных водоемов в районе «Горбатого моста» (Рис. 1), с глубины 2,3 м трубкой ГОИН-1.5 была отобрана стратиграфическая колонка ДО мощностью 158 см. Верхняя ее часть (0-25 см) представляла собой жидкий черный ил в запахом сероводорода, переходящий в более плотный ил с техно-

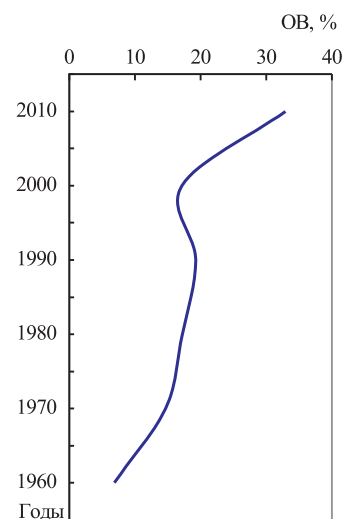


Рис. 2. Изменение содержания органического вещества (ППП) по профилю ДО старицы р. Казанка за 1960-2010 гг.

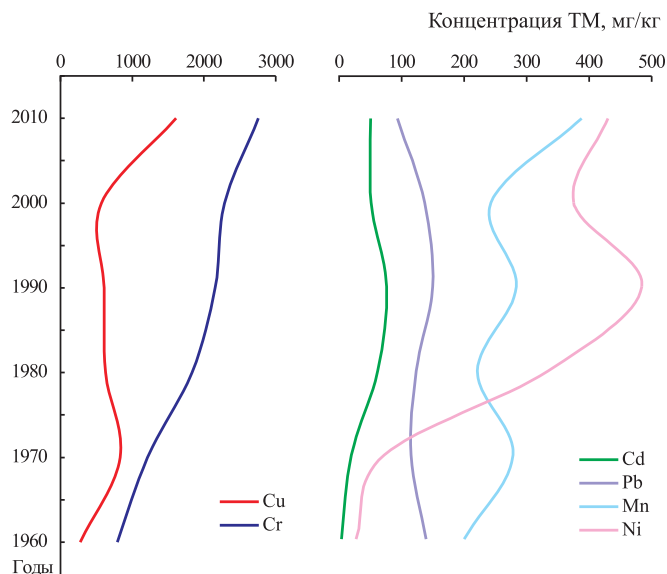


Рис. 3. Изменение концентрации ТМ по профилю ДО старицы р. Казанка за 1960-2010 гг.

генными включениями, местами с примесью древесных и растительных остатков. В нижней части колонки, на глубине 150 см, были вскрыты русловые песчаные отложения р. Казанка, что позволило оценить среднюю скорость осадконакопления на данном участке водоема на уровне 28.3 мм/год. Она почти в 6 раз превышает средние показатели накопления ДО в водоемах РТ – 5 мм/год. При средней плотности вторичных отложений 1.21 г/см³, количество вещества, накапливающегося в водоеме в течение года, составит 28 кг/м².

После морфологического описания колонка была разделена на равные 5-см слои, в каждом из которых определено содержание органического вещества по величине потерь при прокаливании (ГОСТ 26213-91), и общих (5n HNO₃) форм тяжелых металлов Cd, Pb, Co, Cu, Ni, Zn, Cr, Mn, Fe (РД 52.18.191-89). Результаты анализа представлены в таблице 1.

Дополнительно было отобрано и проанализировано 3 поверхностных пробы ДО старицы р. Казанка на участке от Нижней плотины до Зилантового монастыря.

Результаты и обсуждение

Исследуемая колонка отложений, исходя из скорости осадконакопления ~3 см/год, была условно разбита нами на 5 интервалов (0-30, 30-60, 60-90, 90-120, 120-150 см), характеризующих 10-летние этапы изменения техногенной нагрузки на водоем с 1960 по 2010 год. Внутри каждого временного интервала были рассчитаны средние концентрации органического вещества и ТМ.

Распределение органического вещества по профилю ДО отражает не только ежегодные изменения биологической продуктивности водоема (автохтонное накопление), но также и динамику его поступления с промышленными и коммунальными сточными водами и с поверхностным стоком (аллохтонное накопление). На графике (Рис.2) заметен положительный тренд в содержании органического вещества в ДО, начиная с 1960-х годов; довольно резкий его скачок соотносится с последним десятилетием, когда значительным образом возросла нагрузка сточных вод на городские водоемы.

Преобладание техногенной составляющей в балансе органических веществ и ТМ на протяжении всего времени существования водоема подтверждается ретроспективными данными. Так, в начале 60-х годов XX в. (Гусев, 1964) в водоем поступало 583 м³ сточных вод в сутки. Концентрация взвешенных веществ в стоках в тот период достигала 11000 мг/л, до 90% взвесей составляли органические вещества. В сверхнормативных концентрациях в

Глубина, см	ОВ	Cd	Co	Pb	Cu	Ni	Zn	Cr	Mn	Fe
0 - 10	34,9	63,3	8,3	71,4	1815,1	556,4	703,0	2451,7	396,0	22833,9
10 - 20	32,1	46,8	7,9	89,7	1843,4	406,9	727,4	2677,0	385,2	20881,5
20 - 25	31,8	54,5	7,9	122,1	1682,9	441,9	715,2	3242,1	403,1	21751,0
25 - 30	32,9	35,7	5,7	88,8	1093,4	314,4	616,0	2662,5	369,0	20690,5
30 - 35	36,7	36,1	7,4	120,3	1122,9	327,3	730,6	3211,5	356,7	18859,6
35 - 40	25,4	33,4	4,0	140,2	567,8	291,0	690,0	2690,6	286,4	15557,0
40 - 45	7,4	30,2	3,2	102,3	281,0	226,4	380,1	1198,9	142,8	11913,7
45 - 50	11,7	41,4	3,1	138,7	419,3	348,9	710,5	2139,6	190,1	13165,2
50 - 55	8,2	75,4	5,8	166,6	538,4	622,7	718,1	2815,5	250,4	7308,8
55 - 60	13,5	91,7	2,8	154,0	506,7	433,0	693,5	1640,6	232,9	5158,9
60 - 65	18,5	68,9	4,5	213,0	476,5	482,4	830,5	2092,4	304,6	13458,7
65 - 70	13,9	50,1	3,7	123,8	373,4	335,8	537,7	1167,9	171,7	10959,1
70 - 75	23,0	79,1	3,5	142,7	587,0	549,5	684,4	2039,4	264,4	15006,0
75 - 80	25,9	102,3	4,5	183,9	751,6	645,2	755,8	2733,6	345,5	15284,8
80 - 85	18,1	77,6	4,0	104,4	504,5	460,6	594,9	1770,4	325,7	14605,9
85 - 90	16,2	79,2	8,6	131,2	943,3	430,0	1083,1	3127,5	290,1	16876,9
90 - 95	27,4	114,0	4,7	112,9	573,4	597,0	793,4	3270,0	310,9	15885,1
95 - 100	31,2	124,9	13,6	131,4	914,8	600,5	720,4	2652,6	371,2	17139,0
100 - 105	12,6	43,7	3,6	122,3	528,4	229,7	440,7	1602,3	178,5	13501,7
105 - 110	7,0	23,0	6,6	98,7	491,0	187,6	410,6	1068,6	130,9	11300,3
110 - 115	15,5	35,1	5,5	119,2	683,6	213,7	588,8	1345,6	180,0	13432,0
115 - 120	9,65	28,4	6,7	156,3	571,9	180,0	466,5	1058,0	153,4	12127,4
120 - 125	13,1	29,6	6,6	132,1	713,5	160,8	536,2	1267,2	178,5	13836,0
125 - 130	8,8	15,3	0,9	82,6	607,0	54,7	363,9	616,8	128,3	1995,5
130 - 135	10,1	14,2	3,9	90,3	706,1	43,2	378,1	787,8	150,3	5155,0
135 - 140	20,7	10,0	6,7	155,0	484,8	59,3	337,0	554,7	456,9	10974,5
140 - 145	22,6	27,6	5,3	105,3	1845,1	74,4	346,5	2499,2	368,1	9975,9
145 - 150	12,7	19,0	6,4	125,2	617,5	42,8	377,4	1553,0	388,6	10870,1
150 - 158	6,9	3,9	0,4	139,3	273,4	27,4	382,0	791,6	200,3	7246,4

Табл. 1. Изменение содержания органического вещества (ОВ, %) и ТМ (мг/кг) в колонке ДО.

составе сточных вод присутствовали соединения Zn 7-9 мг/л, Cu 0.08-0.22 мг/л, Cr 0.12-2.0 мг/л и Pb 0.01-0.04 мг/л. Скрининг производственных сточных вод в 90-е годы XX в., показал довольно существенное снижение в них концентраций ТМ: Zn – до 0.124 мг/л, Cu – до 0.242 мг/л, Cr – до 0.3 мг/л, а также Ni – до 0.08 мг/л и кадмия – до 0.083 мг/л (Петров и др., 1999).

Расчет коэффициентов ранговой корреляции Спирмана показал устойчивую связь содержания ТМ с органическим веществом: Cd 0.48, Cr 0.67, Zn 0.54, Ni 0.51, Mn 0.78, Fe 0.80, Cu 0.66, Co 0.50 (p<0.05). Наличие подобной связи указывает на единство источников их поступления в водоем.

В техногенных илах водоемов урбанизированных территорий довольно часто имеют место парагенные ассо-

ТМ	Малова, 2006	Никитин и др., 2010	Наши данные (2010)	Фон (Иванов и др., 2010)	K _c
Cd	7,18	3,16	55,5	1,26	44
Pb	13,5	21,3	107,5	21,3	5
Co	4,2	6,6	7,0	12,4	-
Cu	82,2	41,1	1353,0	17,4	78
Ni	67,2	42,1	460,0	33,7	14
Zn	93,6	57,8	645,0	59,9	11
Cr	486,1	129,4	2445,0	25,7	95
Mn	152,5	305,4	327,0	408,8	-
Fe	5856,0	8774,0	17637,0	19500,0	-
СПЗ					242

Табл. 2. Валовое содержание (мг/кг) и коэффициенты концентрации (K_c) ТМ в поверхностных слоях ДО излучины р. Казанка.

	Cd	Cu	Cr	Zn	Ni	Pb	Fe	Mn	Co
m_i , т	1,521	23,225	58,442	17,667	9,740	3,686	397,478	8,044	0,161
m_b , т	0,037	1,202	3,785	1,691	1,231	0,623	256,640	8,933	0,193
Δx_r , т	1,484	22,022	54,657	15,976	8,509	3,062	140,839	-	-
Δx_r , %	98	95	94	90	87	83	35	-	-

Табл. 3. Результаты расчета массы ТМ, поступивших в водоем старицы р. Казанка из природных и техногенных источников. m_r , т – общая масса металла в составе ДО; m_b , т – масса металла в составе ДО при фоновом поступлении; Δx_r , т – масса металла, обусловленная техногенным поступлением; Δx_r , % – доля металла, поступившего в водоем из техногенных источников.

циации металлов, резко отличающиеся от природных ассоциаций. По результатам расчетов парных коэффициентов корреляции между ТМ, присутствующими в составе ДО, выделено наличие очень сильных связей содержания Ni и Cd (0.95), Ni и Zn (0.83), Ni и Cr 0.71, Cu и Cr (0.51), свидетельствующих о влиянии сточных вод гальванических производств на загрязнение водоема.

Современные (поверхностные) ДО старицы Казанки существенно загрязнены металлами (Табл. 2). Судя по величине K_c , наибольшие отклонения от региональных фоновых значений наблюдаются для хрома, меди и кадмия. Суммарный показатель загрязнения характеризует уровень загрязнения ДО как «чрезвычайно опасный». Совершенно очевидно, что для восстановления экосистемы водоема необходимо изъятие донных илов и их утилизация.

В ходе послойного анализа геохимических данных (Рис. 3) отчетливо проявился тренд увеличения содержания Cr, Cu, Cd, Ni, Mn и Fe к современным отложениям. Концентрации ТМ во всех слоях отложений многократно превышают фоновые. При этом наибольший рост по сравнению с русловыми отложениями р. Казанка года отмечен для Cu и Ni.

Для расчета запаса металлов, сосредоточенных в составе ДО водоема, использованы следующие показатели:

площадь водоема	0.03 км ² ,
мощность отложений	1.5 м,
объем отложений	45000 м ³ ,
средняя плотность отложений	1.21 г/см ³ ,
масса отложений	29250 т.

С учетом общей массы отложений (т) и средней (в слое 150 см) концентрации в них металлов (мг/кг, или г/т) была рассчитана общая масса каждого металла в составе ДО (m_r) (Табл. 3). Дальнейшая оценка вклада природных и техногенных источников в общий баланс металлов основывалась на фоновых концентрациях ТМ в ДО озер РТ (Иванов и др., 2010).

Аналогичным образом была определена масса металла (m_b), которая была бы аккумулирована в составе отложений при условии только фонового его поступления. Разница между общим и фоновым поступлением представляет собой долю металла, поступившего в водоем из техногенных источников (Δx_r).

Анализ полученных данных показал, что за 50 лет существования водоема в иловых отложениях было «захоронено» не менее 520 тонн различных металлов: по отдельным элементам их количество варьирует от 1.5 (Cd) до 140 (Fe) тонн. При этом основная доля кадмия, меди,

хрома, цинка, никеля и свинца (83-98%) поступила в старицу Казанки из техногенных источников (Δx_r). Положительный баланс железа в водоеме складывался преимущественно за счет его природных источников. Содержание марганца и кобальта в ДО было ниже

фонового уровня.

Согласно расчетам, в течение года в водоем поступало из техногенных источников и депонировалось в его ДО в среднем 30 кг Cd, 61 кг Pb, 170 кг Ni, 319 кг Zn, 440 кг Cu, 1093 кг Cr и 2817 кг Fe.

С учетом всего предполагаемого объема накопленных в излучине вторичных отложений 122300 м³ (Никитин и др., 2011) сосредоточенная в них масса ТМ может достигнуть 1000 тонн. Таким образом, водоем, расположенный в историческом центре г. Казань и в зоне санитарной охраны Волжского водозабора, представляет собой очаг экологической и санитарно-эпидемиологической опасности и требует проведения незамедлительных восстановительных мероприятий.

Заключение

Разработан и опробован на примере одного из водоемов урбанизированной территории г. Казань методический подход к оценке природной и техногенной составляющих ТМ в водных объектах, на основе анализа геохимических данных о запасах тяжелых металлов в составе донных отложений. Указанный подход, в совокупности со стандартными приемами и методами оценки экологического состояния водных объектов, может быть использован при анализе техногенных потоков вещества в водах и ДО природных и природно-техногенных систем, а также при разработке региональных систем мониторинга состояния окружающей среды. Подход может также найти широкое применение в исторической геохимии ландшафта.

Литература

- ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества.
- Гусев А.Г. Современное состояние загрязнения рыбохозяйственных водоемов Татарской Республики сточными водами. Тр. Татарского отделения ГОСНИОРХ. 1964. Вып.10. 53-64.
- Иванов Д.В. Развитие фациального подхода к геохимическим исследованиям аллювиальных отложений. Современные проблемы геохимии, геологии и поисков месторождений полезных ископаемых. *Материалы междунар. научн. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения К.И. Лукашева*. Минск: Издательский центр БГУ. 2007. 58-60.
- Иванов Д.В., Зиганшин И.И., Осмелкин Е.В. Региональные фоновые концентрации металлов в донных отложениях озер Республики Татарстан. *Ученые записки Казанского государственного университета*. 2010. Т.152. Кн.1. 185-191.
- Иванов Д.В., Маланин В.В., Хайдаров А.А. Методические подходы к оценке уровня техногенного загрязнения донных отложений водохранилищ тяжелыми металлами. Молодежь и ее вклад в развитие современной науки. *Сборник материалов конференции молодых ученых и аспирантов АН РТ*. Казань. 2002. 31-39.
- Иванов Д.В., Никитина Е.В. Геохимический мониторинг тяжелых металлов в водах Нижнекамского водохранилища и его притоков. *Экологические проблемы промышленных регионов. Материалы Седьмой всеросс. научно-практ. конф.* Екатеринбург: Изд-во АМБ. 2006. 76-77.
- Малова К.Н. Экологические проблемы отсеченной излучины р. Казанки. *Вестник ТО РЭА*. 2006. №3. 48.

Т.Б. Калининкова, О.Ю. Тарасов, Р.Р. Колсанова, М.Х. Гайнутдинов
Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань
tbkalinnikova@gmail.com

О НЕЙРОТОКСИЧНОСТИ МАРГАНЦА В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ ИЗ ПОДЗЕМНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Повышение концентрации марганца в питьевой воде из подземных источников может быть нейротоксичным для организма человека. В отдельных случаях высокое содержание марганца в питьевой воде (1 мг/л и выше) индуцирует болезнь Паркинсона у пожилых людей. Умеренное повышение концентрации марганца в питьевой воде (0,05-0,4 мг/л) вызывает снижение умственных способностей (IQ) у детей в возрасте 6-13 лет без ярко выраженных патологических изменений в организме. Чувствительность к нейротоксическому действию марганца из питьевой воды повышена у взрослых с хроническими заболеваниями печени и у новорожденных.

Ключевые слова: марганец, нейротоксичность, питьевая вода, подземные воды.

Введение

Марганец (Mn) является одним из основных природных элементов коры Земли. Он обычно находится в форме оксидов, карбонатов и силикатов (Post, 1999). Марганец является одним из семи основных металлов, входящих в состав организмов человека, животных и растений. Марганец является коферментом многих ферментов, таких как трансферазы, гидролазы, лиазы, аргиназа, глутаминсинтетазы и супероксиддисмутазы (Baly et al., 1985; Saric, 1986). Несмотря на необходимость марганца для многих функций организма человека, при высоких концентрациях он может быть токсичным, особенно для нервной системы (Kondakis et al., 1989; He et al., 1994; Pal et al., 1999; Myers et al., 2003; Wasserman et al., 2006; Bouchard et al., 2007; Bouchard et al., 2011). В последние годы опубликованы результаты ряда исследований, свидетельствующие о том, что нейротоксичность марганца может проявляться не

только при поступлении его в организм человека при высокой концентрации марганца на производстве (горняки, сталевары, производство пестицидов, содержащих марганец, и использование их в сельском хозяйстве) (Pal et al., 1999; Myers et al., 2003), но и при хроническом поступлении в организм марганца, содержащегося в питьевой воде (Kondakis et al., 1989; He et al., 1994; Wasserman et al., 2006; Bouchard et al., 2007; Bouchard et al., 2011). В настоящей работе рассмотрены результаты этих эпидемиологических исследований в связи с современными представлениями о механизмах нейротоксичности марганца.

Нейротоксичность марганца и ее механизмы

Хорошо известным проявлением нейротоксичности марганца для людей является индукция им одной из форм

Окончание статьи Д.В. Иванова, И.И. Зиганшина, Е.В. Осмелкина «Методика оценки природной и техногенной составляющих тяжелых металлов...»

Никитин О.В., Латыпова В.З., Шагидуллин Р.Р., Поздняков Ш.Р. Геоэкологический мониторинг излучины р. Казанки как фактора химического загрязнения Куйбышевского водохранилища. *Георесурсы*. 2011. №2(38). 27-30.

Петров А.М., Степанова Н.Ю., Габайдуллин А.Г., Нестерова Т.П., Макарова М.Я., Шагидуллин Р.Р. Скрининг экологически опасных производственных сточных вод, сбрасываемых в канализационный коллектор Казани. *Вестник ТО РЭА*. 1999. №2. 45-51.

Поздняков Ш.Р., Минакова Е.А., Никитин О.В. Комплексный подход к решению проблем восстановления отсеченной излучины р. Казанка. Чистая вода. Казань. *Сб. материалов конгресса*. Казань. 2010. 275-278.

РД 52.18.191-89. Методика выполнения массовой доли кислоторастворимых форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом. М., 1990. 32.

Саев Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. Геохимия окружающей среды. М.: Недра. 1990. 335.

Экогеохимия городских ландшафтов. Под ред. Н.С.Касимова. М.: Изд-во МГУ. 1995. 336.

D.V. Ivanov, I.I. Ziganshin, E.V. Osmelkin. **The methodical approach to an estimation of natural and technogenic components of heavy metals in reservoirs of the urbanized territories.**

The methodical approach to an estimation of natural and technogenic components of heavy metals in reservoirs of the urbanized territories is developed. The method allows to

estimate quantitatively a part of the contaminants which have been entered in a reservoir from technogenic source, taking into account parameters of sedimentation.

Keywords: heavy metals, bottom sediments, urban territories, technogenic sources of pollution.

Ирек Ильгизарович Зиганшин

к.г.н., старший научный сотрудник лаборатории биогеохимии. Научные интересы: донные отложения озер и водохранилищ, экологический туризм.

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ.
420087, Казань, Даурская, д.28. Тел.: (843) 275-95-73.

Евгений Витальевич Осмелкин

старший преподаватель кафедры природопользования и геоэкологии Чувашского государственного университета. Научные интересы: донные отложения, рациональное природопользование.

428015, г. Чебоксары, Московский пр., д. 15.
Тел.: (8352) 45-26-53.