

УДК 631.445(574.25)

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ПРИБАЛХАШЬЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

¹Тилекова Ж.Т., ¹Тонкопий М.С., ²Тастанова Б.Е.

¹Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы;

²Казахский национальный педагогический университет им. Абая,
Алматы, e-mail: tilek_zhanna@mail.ru

Представленная статья посвящена изучению и оценке содержания тяжелых металлов в почвах Прибалхашского региона Республики Казахстан. Результаты исследования позволили получить новые данные о содержании в них валовых форм Cd, Pb, Cu, Cr, Ni, As и Mn. Определено содержание химических элементов в почвах Прибалхашского региона. Наибольшие концентрации химических элементов характерны для Северного Прибалхашья, где расположен крупный промышленный узел и населенные пункты. Наиболее выраженные концентрации химических элементов в почвенном покрове располагаются по направлениям господствующих ветров от промышленных предприятий. Наименьшие загрязнения почв наблюдаются в Южном Прибалхашье. По результатам исследований в регионе выделено две зоны по степени загрязненности. Расчеты суммарных показателей загрязнения почв проводились в соответствии с директивными показателями. Результаты исследования могут быть использованы в области землепользования.

Ключевые слова: тяжелые металлы, валовое содержание, почвенный покров, степень загрязнения, ПДК, региональный фон

EVALUATION OF SOIL POLLUTION BY HEAVY METALS IN BALKHASH REGION

¹Tilekova Z.T., ¹Tonkopiyy M.S., ²Tastanova B.E.

¹Kazakh national technical university named after K.I. Satbayev, Almaty;

²Kazakh national pedagogical university named after Abai, Almaty, e-mail: tilek_zhanna@mail.ru

Given article deals with the study and evaluation of heavy metals in soils of Balkhash region in Kazakhstan. Results of the study provided new data on the soil content such as Cd, Pb, Cu, Cr, Ni, As and Mn. The content of chemical elements in soils of Balkhash region is determined. The largest concentration of chemical elements is characteristic of the Northern Balkhash region where there are a large industrial center and localities. Most marked concentration of chemical elements in the soil cover are located in the directions of the prevailing winds from industrial enterprises. The lowest soil contamination is observed in the Southern Balkhash. According to the research there are two zones according to the degree of contamination in the region. Calculations of total soil contamination were made in accordance with policy indicators. The results of research can be used in the field of land-use.

Keywords: heavy metals, total content, soil cover, degree of contamination, TLV, regional background

В условиях современной антропогенной нагрузки на окружающую среду основным видом техногенного загрязнения почв является загрязнение тяжелыми металлами, источники которых – промышленные предприятия, автотранспорт, жилищно-коммунальное хозяйство.

Тяжелые металлы (ТМ) представляют собой специфическую группу особо токсичных поллютантов. Для выявления степени антропогенного пресса необходимо не только определить содержание ТМ в почвах, но и обосновать допустимую норму подобной нагрузки с учетом регионального фона, провинциальных природно-климатических условий.

Одной из важных задач мониторинга «здоровья» почв является также определение существующего «фоновое» содержания тяжелых металлов. Это позволит установить «точки отсчета» возможного загрязнения, прогнозировать приоритетные мероприятия по ремедиации почв.

В пределах фоновых территорий на содержание элементов влияют: геохимические особенности покровных отложений; разнообразие коренных пород; содержание органического вещества; рН среды; гидрологический режим, интенсивность промывания почвенного профиля; содержание высокодисперсных минералов [1, 5].

Цель исследования – определить содержание тяжелых металлов в почвах Прибалхашья для экологической оценки почвенного покрова региона.

Материалы и методы исследования

Объектом изучения явилось содержание некоторых тяжелых металлов (Cd, Pb, Cu, Cr, Ni, Mn) и металлоида (As) в сероземах Прибалхашья.

В Прибалхашье основными природопользователями являются структурные подразделения ТОО «Корпорация Казахмыс». Максимальное воздействие на состояние окружающей среды в регионе оказывают следующие предприятия – ТОО «Казахмыс Смэлтинг», ПО «Карагандацветмет» (бывшее

«Балхашцветмет») и Балхашская ТЭЦ. Свою лепту по воздействию на окружающую среду в результате хозяйственной деятельности вносят КГП «Балхаш Су», КГП «Ак кайын», КГП «УЖКР при акимате г. Приозерск», ТОО «Балхаш балык» и многочисленные зоны отдыха, расположенные вдоль побережья [2, 4].

Самыми мощными поставщиками отходов, обогащенных металлами, являются предприятия по выплавке цветных металлов, а также по переработке цветных металлов.

Основным подразделением ПО «Карагандацветмет», загрязняющим атмосферный воздух, является медеплавильный завод, в состав которого входят цех подготовки шихты, медеплавильный цех, пылеугольный цех, цех электролиза меди, цех ремонта металлургических печей, цех пылегазоочистки, аффинажный цех, шламовый цех, ремонтно-строительный цех. Наиболее крупными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются две печи Ванюкова ПВ-1, ПВ-2, пять конверторов. Выбросы вредных веществ от них составляют более 90% от общих выбросов ПО «Карагандацветмет».

Выбросы ПО «Карагандацветмет» имеют широкий спектр загрязняющих веществ, от твердых пылевых, в состав которых входят медь, свинец, мышьяк, хром, цинк, пыль, до газообразных – это сернистый ангидрид, двуокись азота, окись углерода. По данным Карагандинского областного управления ООС, 96% выбросов «Балхашцветмет» и Балхашской ТЭЦ приходится на сернистый ангидрид.

Для экологической оценки почв в работе были использованы данные РГП «Казгидромет». Образцы почв отбирались на территории Прибалкашского региона и прилегающей территории с учетом типа природопользования и интенсивности техногенного воздействия прибрежной зоне р. Или.

Валовое содержание тяжелых металлов и химических элементов в почвах Прибалхашья – по величине средней концентрации исследуемые элементы располагаются в следующем убывающем порядке: $Mn > Cr > As > Ni > Pb > Cu > Cd$.

В почвах региона максимальное варьирование характерно для марганца (206,0%), хрома (97,7%), кадмия (96,3%); минимальное – кадмия (26,6%), никеля (42,1%). Для рассматриваемой территории характерна мозаичность содержания химических элементов. В почвах региона максимальное количество кадмия – в 26,4, меди – в 8,6, свинца – в 11,8, хрома – в 9,2, марганца – в 3,4, никеля – в 5,4.

Установлено, что средняя концентрация химических элементов во всех исследованных пробах почв превышает фон в 1,6–22,5 раза. Максимальное превышение фона характерно для кадмия (в 5,4 раза).

Для оценки уровня химического загрязнения почв нами использован суммарный показатель загрязнения (Z_c) [3]. Суммарный показатель химического загрязнения (Z_c) характеризует степень химического загрязнения почв и грунтов исследуемых территорий вредными веществами различных классов опасности и определяется как сумма коэффициентов концентрации отдельных компонентов загрязнения по формуле

$$Z_c = K_{c1} + \dots + K_{ci} + \dots + K_{cn} - (n - 1), \quad (1)$$

где n – число определяемых компонентов; K_{ci} – коэффициент концентрации i -го загрязняющего компонента, равный кратности превышения содержания данного компонента над фоновым значением:

$$K_{ci} = C_i / C_{\phi}. \quad (2)$$

Определение фоновых уровней загрязнения. Для получения данных о региональных фоновых уровнях загрязнения почв должны быть отобраны фоновые пробы почв вне сферы локального антропогенного воздействия. Отбор фоновых проб производится на достаточном удалении от поселений (с наветренной стороны), не менее чем в 500 м от автодорог, на землях (лугах, пустошах), где не осуществлялось применение пестицидов и гербицидов. При отсутствии фактических данных по регионально-фоновому содержанию контролируемых химических элементов в почве допускается использование справочных материалов или ориентировочных значений. Оценка суммарной степени загрязнения почв проводилась с использованием общепринятых шкал (табл. 1).

Результаты исследования и их обсуждение

Исследованиями повсеместно отмечено очень высокое фоновое содержание тяжелых металлов в почвах региона, что позволяет отнести площадку к территориям с аномальным содержанием меди, цинка, свинца и некоторых других металлов. Фоновое содержание металлов в почвах местами бывает настолько высоко, что превышает содержание этих металлов на границах санитарно-защитных зон накопителей.

Таблица 1

Градация почв по степени загрязнения

Степень загрязнения почв			
Элементом-загрязнителем		Суммарное Z_c	
Уровень фона (кларка)	Незагрязненные	< 4	Очень слабая
Превышение фона более 50%	Условно загрязненные	4–8	Слабая
Превышение фона более 50%, но не выше ПДК (ОДК)	Слабо загрязненные	16–32	Допустимая
Превышение ПДК (ОДК) не более чем в 2 раза	Средне загрязненные	32–64	Умеренно опасная
Превышение ПДК (ОДК) более чем в 2 раза	Сильно загрязненные	64–128	Опасная
Превышение ПДК (ОДК) более чем в 4 раза	Чрезвычайно загрязненные	> 128	Чрезвычайно опасная

Таблица 2

Фоновое содержание химических элементов, мг/кг

Районы	Cd	Pb	Cu	Cr	Ni	As	Mn
Прибалхашье	0,25	17	18	35	28	4,5	525
Дельта р. Или	0,22	16	17	32	25	4,2	515

Таблица 3

Коэффициент концентрации K_{ci} i -го загрязняющего компонента Прибалхашья

Элементы	2010	2011	2012	2013	2014
Cd	7,68	4,68	7,8	4,44	7,88
Pb	3,21	3,23	3,33	3,02	3,09
Cu	2,99	2,82	3,23	2,83	3,62
Cr	2,33	2,34	2,43	2,35	2,43
Ni	2,40	2,24	2,22	2,90	2,47
As	16,1	16,58	16,71	16,0	16,06
Mn	1,8	1,71	1,61	1,68	1,63

Таблица 4

Коэффициент концентрации K_{ci} i -го загрязняющего компонента р. Или

Элементы	2011	2012	2013	2014
Cd	3,86	4,18	4,36	3,59
Pb	1,89	2,41	2,32	2,20
Cu	1,79	2,30	1,84	1,9
Cr	1,25	1,47	1,26	1,38
Ni	1,63	2,20	1,67	1,56
As	8,76	11	7,64	8
Mn	1,65	1,73	1,62	1,66

Таблица 5

Суммарный показатель загрязнения (Z_c)

Районы	2010	2011	2012	2013	2014
Прибалхашье	30,51	27,6	31,33	27,22	31,18
Дельта р. Или	–	14,83	19,29	14,71	14,29

Оценка экологической обстановки по степени загрязнения почв позволяет отнести Прибалхашье к зоне экологической катастрофы, а более отдаленные районы – к зоне экологического кризиса.

Расчет коэффициента концентрации K_{ci} i -го загрязняющего компонента Прибалхашья и дельты реки Или, а также суммарного показателя проведены по всем выше перечисленным формулам. Фоновые значения исследуемых элементов приведены в табл. 2, результаты расчетов представлены в табл. 3, 4, 5.

Выводы

Проведено определение величины суммарного показателя загрязнения (Z_c) по всем выше перечисленным методам.

Предприятия образуют территориально-промышленные узлы, очаги загрязнения имеют повсеместное распространение. Распространение содержания в почвах того или иного элемента различается по составу и количеству элементов.

Суммарный показатель загрязнения (Z_c) почвы Прибалхашья показывает, что с 2010 по 2014 годы он остается стабильным и изменяется от 27,22 до 31,33. Показатели загрязнения почвы дельты р. Или колеблются от 14,29 до 19,29.

Согласно градации почв по степени загрязнения суммарный показатель загрязнения почвы региона можно отнести к слабо и условно загрязненным почвам. По расчетам в регионе можно выделить две зоны. 1-я зона ($Z_c > 16-32$) – допустимая и 2-я зона ($Z_c > 4-8$) слабая.

Список литературы

1. Добровольский В.В. География микроэлементов. Глобальное рассеяние. – М.: Мысль, 1989. – 305 с.
2. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды бассейна озера Балхаш за 2009–2014 годы. – www.kazhydromet.kz
3. Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш / под ред. Т.К. Кудекова. – Алматы, 2002. – 388 с.
4. Редина М.М., Хаустов А.П. Нормирование и снижение загрязнений окружающей среды. – М.: Юрайт, 2014. – 430 с.
5. Чернова О.В., Бекецкая О.В. Допустимые и фоновые концентрации загрязняющих веществ в экологическом нормировании (тяжелые металлы и другие химические элементы) // Почвоведение. – 2011. – № 9. – С. 1102–1113.

References

1. Dobrovolskiy V.V. Geografija mikrojelementov. Globalnoe rassejanie. M.: Mysl, 1989. 305 p.
2. Informatsionnyy byulleten o sostoyanii okruzhayushchey sredy basseyna ozera Balkash za 2007–2014 gody. www.kazhydromet.kz

3. Sovremennoe ekologicheskoe sostoyanie basseyna ozero Balkash / Pod redaktsiyey T.K. Kudekova. Almaty. 2002. 399 p.

4. Redina M.M., Khaustov A.P. Normirovanie i snizhenie zagryazneniy okruzhayushchey sredy. M.: Yurayt, 2014. 430 p.

5. Chernova O.V., Bekeckaja O.V. Dopustimye i fonovye koncentracii zagryaznjajushhih veshhestv v jekologicheskom normirovanii (tjzhelye metally i drugie himicheskie jelementy). Pochvovedenie. 2011. no. 9. pp. 1102–1113.

Рецензенты:

Кошелев В.К., д.г.-м.н., профессор кафедры экономики природопользования, Новый экономический университет им. Т. Рыскулова, г. Алматы;

Абдиманапов Б., д.г.н., профессор кафедры географии Казахстана, экологии и методики преподавания, Казахский национальный педагогический университет им. Абая, г. Алматы.