

# Оценка почв горнопромышленных районов на содержание тяжелых металлов (на примере Акмолинской и северной части Карагандинской области)

<sup>1</sup>ОБУХОВ Юрий Дмитриевич, к.т.н., доцент, [uobuhov0@gmail.com](mailto:uobuhov0@gmail.com),

<sup>1\*</sup>ЦЕШКОВСКАЯ Елена Анатольевна, старший преподаватель, [elena\\_tsesh@mail.ru](mailto:elena_tsesh@mail.ru),

<sup>1</sup>ОРАЛОВА Айгуль Турабаевна, к.х.н., доцент, [oralovaat@rambler.ru](mailto:oralovaat@rambler.ru),

<sup>1</sup>АЛЕЙНИКОВ Вячеслав Анатольевич, магистрант, [slava.aleinikov@mail.ru](mailto:slava.aleinikov@mail.ru),

<sup>1</sup>ЦОЙ Наталья Константиновна, к.т.н., старший преподаватель, [zoinat@mail.ru](mailto:zoinat@mail.ru),

<sup>1</sup>НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова», Казахстан, Караганда, пр. Н. Назарбаева, 56,

\*автор-корреспондент.

**Аннотация.** Работа посвящена оценке загрязнения почв тяжелыми металлами первого класса опасности на территории Акмолинской и северной части Карагандинской области. С целью изучения распределения токсичных элементов в почвах, исследовано 20 проб почв, отобранных в Акмолинской и северной части Карагандинской области. Применялись атомно-эмиссионный анализ, водная вытяжка и анализ на содержание нефтепродуктов. Атомно-эмиссионный анализ позволил установить в почвах объекта наличие 29 элементов, выявлены два элемента, свинец и цинк, содержание которых близко или превышает ПДК. Также определен уровень загрязнения почв по показателям опасности и загрязнения в почвах городов Астана и Караганда по содержанию пяти тяжелых металлов: бериллия, свинца, цинка, мышьяка, кадмия. По данным эколого-геохимического обследования Акмолинской и северной части Карагандинской области установлено, что почвы этих районов по степени опасности могут быть отнесены, в целом, к относительно безопасным. Даны рекомендации по снижению и предотвращению загрязнения почв тяжелыми металлами.

**Ключевые слова:** почва, тяжелые металлы, Акмолинская область, Карагандинская область, урбанизированные загрязнения, класс опасности.

В современных условиях, учитывая уровень развития промышленности, техники и технологий, все компоненты окружающей среды подвергаются массивному воздействию со стороны человека. Не являются исключением и территории, занятые индустриальными, транспортными и урбанизированными объектами. Если рассматривать такие виды загрязняющих веществ, как тяжелые металлы, то в данном случае максимальному негативному влиянию подвергаются почвы.

Цель работы – оценить загрязнение почв тяжелыми металлами, относящимися к первому классу опасности в Акмолинской и северной части Карагандинской области.

Основными задачами являются:

- выбор метода оценки уровня загрязнения почв;
- анализ содержания в пробах почвы вышеперечисленных тяжелых металлов;
- определение уровня загрязнения почв по

показателям опасности ( $Z_o$ ) и загрязнения ( $Z_c$ ) в почвах городов Астана и Караганда.

К I классу опасности относятся свинец (Pb), бериллий (Be), кадмий (Cd), мышьяк (As), цинк (Zn).

Почвы могут выступать в роли индикатора негативного влияния деятельности человека на окружающую среду и здоровье населения.

Для оценки уровня загрязнения почв применяется ряд показателей, используемых при геоигиеническом и геохимическом исследовании экологического состояния городов.

Один из таких показателей – это коэффициент концентрации

$$K_c = \frac{C_i}{C_{\text{ф}}},$$

и опасности:

$$K_c = \frac{C_i}{\text{ПДК}_i},$$

а также их суммарные показатели:

$$Z_c = \sum Kc_i - (n - 1) - \text{загрязнение,}$$

$$Z_c = \sum Kc_i - (n - 1) - \text{опасности,}$$

где  $C_i$  – концентрация элементов и соединений;  $C_f$  – фоновые значения концентрации элементов и соединений, рассчитанные по комплексу проб почв, отобранных в пределах исследуемой территории; ПДК (ОБУВ) – предельно-допустимые концентрации химических элементов и соединений в изучаемых средах;  $n$  – количество элементов, превышающих фон или ПДК.

В таблице 1 приведены используемые критерии при оценке опасности загрязнения почв по фактору  $Z_c$  [1, 2].

Оценка опасности загрязнения почв по показателю  $Z_c$  проводилась с использованием критериев, показанных в таблице 1.

С целью изучения распределения токсичных элементов в почвах, исследовано 20 проб почв, отобранных в Акмолинской и северной части

Карагандинской области. Атомно-эмиссионный анализ позволил установить в почвах объекта наличие 29 элементов. По полученным данным выявлены токсичные элементы, содержание которых близко или превышает ПДК: свинец и цинк.

Кроме отмеченных элементов, данным методом определялось содержание ртути, мышьяка, кадмия, бериллия – элементов I класса опасности, присутствие которых в пробах не было установлено атомно-эмиссионным анализом.

Пробы почв водных вытяжек были исследованы на содержание ртути бесплазменным атомно-абсорбционным методом. Полученные результаты исследования показывают, что ртуть в почвах содержится в незначительных количествах (таблица 2).

Как видно из таблицы 2, ни в одной анализируемой точке не наблюдается превышения предельно-допустимой концентрации.

**Таблица 1 – Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения  $Z_c$**

Категория загрязнения почв	Значение $Z_c$	Изменение критериев здоровья населения в районах загрязнения
Допустимая	Менее 16	Минимальные уровень заболеваемости среди детей и степень встречаемости функциональных отклонений
Умеренно опасная	16...32	Рост уровня общей заболеваемости
Опасная	32...128	Рост уровня общей заболеваемости, увеличения числа часто болеющих детей, детей с сердечно-сосудистыми и хроническими заболеваниями
Чрезвычайно опасная	Свыше 128	Рост уровня общей заболеваемости среди детей. Увеличение числа женщин с нарушением репродуктивной функции

**Таблица 2 – Содержание ртути в почвах (ПДК = 2,1, мг/кг)**

№ п/п	№ пробы	Место отбора	Содержание ртути, г/т
1	КП 11ВВ	В 50м к северу от угла здания шахты им. Горбачева	0,144
2	КП 18ВВ	В 1 км за поселком Доскей	0,048
3	КП 19ВВ	В черте г. Караганды на дороге в районе ТЭЦ-3	0,056
4	КП 30ВВ	В 300м к северо-востоку от домов совхоза Туздынский	0,056
5	ТП 1ВВ	Сквер через площадь от главного входа здания завода СД АО «АрселорМиттал Темиртау»	0,152
6	ТП 4ВВ	К западу от г. Темиртау, в 1км от карбидного завода	0,240
7	ТП 9	К востоку от СД АО «АрселорМиттал Темиртау»	0,380
8	ТП 23ВВ	К северу от г. Темиртау, в 1 км от санатория «Самал»	0,130
9	АП 1ВВ	В 500м от пересечения с Коргальджинской трассой	0,068
10	АП 3ВВ	Выезд из автомагистраль	0,068
11	АП 10ВВ	В 200м от территории ТЭЦ	0,064
12	ОП 34 ВВ фон	На съезде к Вячеславскому водохранилищу	0,076
13	АП 35 ВВ центр	Жилой массив	0,064
14	АП 36 ВВ фон	В 15 км к северо-западу от города	0,080

По данным эколого-геохимического обследования Акмолинской и северной части Карагандинской области установлено, что почвы этих районов по степени опасности могут быть отнесены, в целом, к относительно безопасным ( $Z_0 = 6,20$ ) [1,2]. Суммарный уровень загрязнения с учетом коэффициентов изоэффективности составляет 3,24.

Уровень загрязнения почв по показателям опасности ( $Z_0$ ) и загрязнения ( $Z_c$ ) в почвах городов Астана и Караганда представлен в таблице 3.

Разбор сведений из таблицы 3 указывает, что в исследуемых пробах почвы наблюдается превышение ПДК по свинцу и цинку. При этом превышение содержания свинца наблюдалось в 17,8% проб. При этом наибольшее количество превышений обнаружено в промышленных зонах, где содержание Pb превышает ПДК в среднем в 1,01

раза.

Превышение ПДК содержания кадмия носит точечный характер и наблюдается только в 4% проб почвы. Наибольшее количество таких площадок обнаружено на предприятиях горнодобывающего комплекса (месторождении Шубарколь, месторождении Борлы, руднике Тур, руднике Нурказган, ТОО «Металлтерминалсервис»). Исследуемые тяжелые металлы находятся в составе выбросов от процессов добычи полезного ископаемого (выемка, перемещение, загрузка, выгрузка) и размещения породы в отвалах (разгрузка, планирование отвала, сдувание с поверхности отвалов). При пылении загрязняющие вещества поступают в атмосферный воздух, при оседании они накапливаются на поверхности земли и мигрируют в почву и подземные воды).

Полученные сведения дают возможность сде-

**Таблица 3 – Уровень загрязнения почв по показателям опасности ( $Z_0$ ) и загрязнения ( $Z_c$ ) в почвах городов Астана и Караганда**

Показатели	1-ый класс, $K_{эф} = 1$					
		Be	Pb	Zn	As	Cd
	ПДК	10	32	110	2	5
	ФОН	1,78	17,34	71,20	<30	2.45
<b>Город Астана</b>						
1. Усредненные значения $C_i$ по всем пробам	1.66	14,96	76,80	<100	<5	
2. $d_{in} = C_i / \text{ПДК}$ ( $K_0$ ср) Уровень загрязнения почв ЗВ всех классов	0.17	0,47	0,70	0,00	0,00	
3. $d_{in} = d_{in} - 1$ Превышение уровней загрязнения над ПДК	-0.83	-0,53	-0,30			
4. $d_{in} = 1 + 0.86 = 1.86$ Суммарный уровень загрязнения	1,86	1,86	1,86			
5. $d_{in} = C_i / \text{ФОН}$ ( $K_c$ ср) Уровень загрязнения почв ЗВ всех классов	0.93	0,86	1,08	<100	<5	
6. $d_{in} = d_{in} - 1$ Превышение уровней загрязнения над фоном	-0.07	-0,14	0,08			
7. $d_{in} = 1 + 0.66 = 1.66$ Суммарный уровень загрязнения			0,08			
<b>Город Караганда</b>						
1. Усредненные значения $C_{oi}$ по всем пробам	1,72	19,03	80,33	<30	-	
2. $d_{in} = C_i / \text{ПДК}$ ( $K_0$ ср) Уровень загрязнения почв ЗВ всех классов	0,17	0,59	0,73	0,00	0,00	
3. $d_{in} = d_{in} - 1$ Превышение уровней загрязнения над ПДК	-0,83	-0,41	-0,27			
4. $d_{in} = 1 + 0.66 = 1.66$ Суммарный уровень загрязнения						
5. $d_{in} = C_i / \text{ФОН}$ ( $K_c$ ср) Уровень загрязнения почв ЗВ всех классов	0,97	1,10	1,13	<30	-	
6. $d_{in} = d_{in} - 1$ Превышение уровней загрязнения над фоном	-0,03	0,10	0,13			
7. $d_{in} = 1 + 0.72 = 1.72$ Суммарный уровень загрязнения		0,10	0,13			

дать вывод, что основными источниками попадания тяжелых металлов в окружающую среду, а именно в почву, являются промышленные предприятия, среди которых основные – это представители горнодобывающего и горно-перерабатывающего сектора. В черте города могут наблюдаться точечные скопления тяжелых металлов в почве, связанные с размещением накопителей отходов горнодобывающего и горно-перерабатывающего сектора, находящихся вблизи города. Попадание веществ также обусловлено переносом на большие расстояния за счет ветровой активности региона и дальнейшей их миграции в компоненты среды.

С целью снижения содержания тяжелых металлов в почвах можно проводить такие мероприятия, как внесение извести и/или удобрений, дающих щелочную реакцию. В числе агротехнических приемов следует проводить глубокую вспашку земель оборотом пласта. Данный прием позволяет выворачивать на поверхность слой почвы с меньшим уровнем загрязнения тяжелыми металлами. Еще одним методом является культивирование растений, резистентных к довольно высоким концентрациям в почве тяжелых металлов и не способных накапливать данные загрязнители в опасных для человека и животных количествах [4].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об утверждении Гигиенических нормативов к безопасности окружающей среды (почве): Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 25 июня 2015 года № 452. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 24 июля 2015 года № 11755. – Информационно-правовая система «Әділет» 24.07.2015 г. // «Казахстанская правда» от 16.07.2016 г. № 135 (28261); «Егемен Қазақстан» 16.07.2016 ж. № 135 (28863).
2. МУ 2.1.7.730-99 Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. Дата введения 05.04.1994. Утверждены и введены в действие Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 5 февраля 1999 г. по состоянию на 01.01.2020 г.
3. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. Утверждены письмом Роскомзема № 3-15/582 от 27.03.1995. по состоянию на 01.01.2021 г.
4. Белюченко И.С., Мельник О.А. Сельскохозяйственная экология: Учебное пособие. – Краснодар: Изд-во КГАУ, 2010. – 297 с.

### **Ауыр металдардың құрамына тау-кен өнеркәсіптің аудандарындағы топырақты бағалау (Ақмола және Қарағанды облысы солтүстік бөлігінің мысалында)**

<sup>1</sup>**ОБУХОВ Юрий Дмитриевич**, т.ғ.к., доцент, [uobuhov0@gmail.com](mailto:uobuhov0@gmail.com),

<sup>1</sup>**\*ЦЕШКОВСКАЯ Елена Анатольевна**, аға оқытушы, [elena\\_tsesh@mail.ru](mailto:elena_tsesh@mail.ru),

<sup>1</sup>**ОРАЛОВА Айгуль Турабаевна**, х.ғ.к., доцент, [oralovaat@rambler.ru](mailto:oralovaat@rambler.ru),

<sup>1</sup>**АЛЕЙНИКОВ Вячеслав Анатольевич**, магистрант, [slava.aleinikov@mail.ru](mailto:slava.aleinikov@mail.ru),

<sup>1</sup>**ЦОЙ Наталья Константиновна**, т.ғ.к., аға оқытушы, [zoinat@mail.ru](mailto:zoinat@mail.ru),

<sup>1</sup>«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КеАҚ, Қазақстан, Қарағанды, Н. Назарбаев даңғылы, 56,

\*автор-корреспондент.

**Аңдатпа.** Жұмыс Қарағанды облысының Ақмола және солтүстік бөлігінде ауыр металдарымен топырақтың ластануын бағалауға арналған. Топырақта улы элементтердің таралуын зерттеу мақсатында Қарағанды облысының Ақмола және солтүстік бөлігінде іріктелген 20 топырақ сынамасы зерттелді. Атом-эмиссиялық талдау, су сорғыш және мұнай өнімдерінің құрамына талдау қолданылды. Атомдық-эмиссиялық талдау объектінің топырағында 29 элементтің болуын анықтауға мүмкіндік берді, екі элемент анықталды, олардың құрамы ШРК-ға жақын немесе одан асатын қорғасын мен мырыш. Ақмола және Қарағанды облысының солтүстік бөлігін экологиялық-геохимиялық зерттеу деректері бойынша бұл аудандардың топырақтары қауіптілік дәрежесі бойынша тұтастай алғанда салыстырмалы түрде қауіпсіз топыраққа жатқызылуы мүмкін екендігі анықталды. Топырақтың ауыр металдармен ластануын азайту және алдын алу бойынша ұсыныстар берілді.

**Кілт сөздер:** топырақ, ауыр металдар, Ақмола облысы, Қарағанды облысы, урбанизациясы ластану, қауіптілік класы.

**Assessment of Soils of Mining Regions for the Content of Heavy Metals (On the Example of Akmola Region and the Northern Part of Karaganda Region)**

<sup>1</sup>**OBUKHOV Yuriy**, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, uobuhov0@gmail.com,

<sup>1\*</sup>**TSESHKOVSKAYA Yelena**, Senior Lecturer, elena\_tsesh@mail.ru,

<sup>1</sup>**ORALOVA Aigul**, Cand. of Chem. Sci., Associate Professor, oralovaat@rambler.ru,

<sup>1</sup>**ALEINIKOV Vyacheslav**, Master Student, slava.aleinikov@mail.ru,

<sup>1</sup>**TSOY Nataliya**, Cand. of Tech. Sci., Senior Lecturer, zoinat@mail.ru,

<sup>1</sup>NPJSC «Abylkas Saginov Karaganda Technical University», Kazakhstan, Karaganda, N. Nazarbayev Avenue, 56,

\*corresponding author.

**Abstract.** The work is devoted to the assessment of soil pollution by heavy metals of the first hazard class in the territory of Akmola region and northern parts of the Karaganda region. In order to study the distribution of toxic elements in soils, we studied 20 soil samples taken in the Akmola and northern parts of the Karaganda region. We used atomic emission analysis, water extraction and analysis for the content of petroleum products. Atomic emission analysis made it possible to establish the presence of 29 elements in the soil of the object, two elements were revealed, lead and zinc, the content of which is close to or exceeds the MPC. The level of soil pollution was also determined by hazard and pollution indicators in the soils of the cities of Nur-Sultan and Karaganda by the content of five heavy metals: beryllium, lead, zinc, arsenic, cadmium. According to the ecological and geochemical survey of the Akmola and northern parts of the Karaganda region, it was found that the soils of these regions can be classified as relatively hazardous in terms of danger. Recommendations are given on reducing and preventing soil pollution with heavy metals.

**Keywords:** soil, heavy metals, Akmola region, Karaganda region, urbanized pollution, hazard class.

## REFERENCES

1. Ob utverzhdenii Gigienicheskikh normativov k bezopasnosti okruzhayushchej sredy (pochve): Prikaz Ministra nacional'noj ekonomiki Respubliki Kazahstan ot 25 iyunya 2015 goda no. 452. Zaregistririvan v Ministerstve yusticii Respubliki Kazahstan 24 iyulya 2015 goda no. 11755. – Informacionno-pravovaya sistema «Adilet» 24.07.2015 g. // «Kazahstanskaya pravda» ot 16.07.2016 g. No. 135 (28261); «Egemen Qazaqstan» 16.07.2016 zh. No. 135 (28863).
2. MU 2.1.7.730-99 Gigienicheskaya ocenka kachestva pochvy naselennyh mest. Data vedeniya 05.04.1994. Utverzhdeny i vvedeny v dejstvie Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom Rossijskoj Federacii G.G. Onishchenko 5 fevralya 1999 g. po sostoyaniyu na 01.01.2020 g.
3. Metodicheskie rekomendacii po vyyavleniyu degradirovannyh i zagryaznennyh zemel'. Utverzhdeny pis'mom Roskomzema no. 3-15/582 ot 27.03.1995. po sostoyaniyu na 01.01.2021 g.
4. Belyuchenko I.S., Mel'nik O.A. Sel'skohozyajstvennaya ekologiya: Uchebnoe posobie. – Krasnodar: Publ. KGAU, 2010. – 297 p.