

## ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ КАЗАХСТАНА В РАЙОНАХ КАРБОНАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**Бармин Александр Николаевич**, доктор географических наук, профессор, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: abarmin60@mail.ru

**Кенжетев Гусман Жардемович**, доктор технических наук, профессор, Каспийский государственный университет технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова, Республика Казахстан, 130000, г. Актау, м/р-н 24, УК № 2, e-mail: fdsaf@list.ru

**Айтимова Айнажан Маратовна**, аспирант, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: aitimova\_ainazhan@mail.ru

**Жидебаева Айнур Ербулатовна**, Ph. D., докторант Каспийский государственный университет технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова, Республика Казахстан, 130000, г. Актау, м/р-н 24, УК № 2, e-mail: ainusik\_86@mail.ru

**Валов Михаил Викторович**, кандидат географических наук, доцент, Астраханский государственный университет, Российская Федерация, 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: m.v.valov@mail.ru

В связи с природно-ресурсным развитием Казахстана, а также добычей и переработкой полезных ископаемых важным аспектом выявления негативных изменений в почвенном покрове экосистем является организация и ведение геоэкологического мониторинга, который представляет собой эффективный инструмент рационализации природопользования в пределах рассматриваемой территории. С целью определения геоэкологического состояния почв Казахстана в районах добычи и переработки мела в 2014–2017 гг. были проведены геоэкологические исследования по состоянию почв на месторождении мела Шетпе Южное в районе завода «Каспий цемент» Мангистауской области. В каждом году с глубины 0–20 см были отобраны по 15 почвенных проб. Анализ почв на тяжёлые металлы проводился атомно-абсорбционным методом с помощью спектрометра МГА-915, а их содержание сопоставляли с имеющимися нормами ПДК. Картографические материалы выполнены с использованием программных продуктов семейства ГИС: Mapinfo Professional v.10.2, SAS. Planet 160707. По результатам исследований доказано, что почвы, как с поверхности, так и по профилю, отличаются очень высоким содержанием карбонатов, количество которых изменяется от 1,39 до 9,19 %. Большинство почвенных проб по хром, никелю, свинцу и кадмию на пробных площадках П-1 (промплощадка завода) и П-2 (район транспортировки мела и отвалов) по всем годам характеризовались превышением уровня ПДК. При этом содержание кадмия с 2014 по 2017 г. в почвах П-2 увеличилось с 1,88 до 2,1 ПДК. По итогам исследований за период 2014–2017 гг. содержание тяжёлых металлов по убыванию следующее: Cr > Ni > Pb > Cd > Cu > Zn > Mg. В начале ряда расположены два вещества 2-го класса опасности.

**Ключевые слова:** Республика Казахстан, месторождение мела, цементный завод, полупустыня, почвы, мониторинг, тяжёлые металлы, ПДК

## KAZAKHSTAN SOILS GEOECOLOGICAL STATE ASSESSMENT IN THE CARBON – BEARING FIELD DEPOSIT AREAS

**Barmin Alexander N.**, D. Sc. in Geography, Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: abarmin60@mail.ru

**Kenzhetayev Gusman Zh.**, D. Sc. in Engineering, Professor, Sh. Essenov Caspian State University of Technology and Engineering, UK No. 2, residential district 24, Aktau, 130000, Republic of Kazakhstan, e-mail: fdsaf@list.ru

**Aitimova Aynazhan M.**, postgraduate student, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: aitimova\_ainazhan@mail.ru

**Zhidebayeva Aynur E.**, Ph. D., doctoral, Sh. Essenov Caspian State University of Technology and Engineering, UK No. 2, residential district 24, Aktau, 130000, Republic of Kazakhstan, e-mail: ainusik\_86@mail.ru

**Valov Mikhail V.**, Ph. D. in Geography, Associate Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyana Sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: m.v.valov@mail.ru

Timeliness of the work is that nowadays an important aspect of negative changes indication in ecosystem soil cover is geo-ecological monitoring organization and conduction which is effective tool of natural management efficiency within the territory under consideration due to Kazakhstan natural-resources development, mineral extraction and processing. Geo-ecological investigations according to the soil condition on the chalk deposits Shetpe South in the plant area "Caspian Cement" in Mangystau region were conducted with the purpose to define geo-ecological Kazakhstan soils state in chalk mining and processing areas in 2014–2017. 15 soil samples were taken in every year. Samples were taken from 0–20 cm depth. Soil analysis on heavy metals was carried out by atomic absorption method using the spectrometer MGA-915, and their content was compared with the existing MAC standards. Cartographic documents were made using GIS software products: Mapinfo Professional v.10.2, the SAS. Planet 160707. Scientific novelty is understood that according to the investigation results I was proved that soils differs with a very carbon high content, both from the surface and on the profile, their number varies from 1.39 to 9.19 %. The majority of soil samples on chromium, Nickel, lead and cadmium at trial sites P-1 (plant industrial site) and P-2 (chalk and dumps transportation area) were characterized by exceeding the MPC level for all years. The cadmium content in soils P-2 increased from 1.88 MPC to 2.1 MPC for 2014–2017. Heavy metals content in descending order is as follows: Cr > Ni > Pb > Cd > Cu > Zn > Mg according to the investigation results for the 2014–2017. 2 substances of the danger 2nd class are at the beginning of the row.

**Keywords:** Kazakhstan republic, chalk field deposit, cement plant, semi-desert, soils, monitoring, heavy metals, maximum allowable concentration

В 2014 г. в Мангистауской области Республики Казахстан построен цементный завод ТОО «Каспий цемент» мощностью 850–900 тыс. т продукции в год, который стал единственным крупным заводом в западном регионе республики. Проект реализован одним из крупных мировых производителей строительных материалов – компанией “Heidelberg Cement”.

Одним из недостатков открытого способа разработки карьера мела, который используется предприятием, является его зависимость от климатических условий Мангистауской области, например, от высоких скоростей ветра. Этот фактор способствует пылению при погрузке и транспортировке мела,

а ввиду того, что меловая пыль отличается от других пород тонкой дисперсностью, радиус её распространения достигает значительного размаха.

Опасность нарушения и загрязнения почв и растительности создаёт транспортная техника, используемая при горных работах, которая обусловлена недопустимым растеканием смазочных и горючих материалов. Что касается портландцемента, выпускаемого заводом, – он содержит главные элементы литосферы Земли – O, Si, Al, Fe, Ca, составляющие 92,6 %. Всё это, в итоге, может привести к комбинированному загрязнению почвы и растений в результате оседания аэрозолей и пыли на поверхность растительности, а также усвоения корнями твёрдых металлов накопившихся в почве [1; 2].

В этой связи нами приводятся исследования по оценке степени влияния процессов добычи мела и производства цемента на состояние почв и растительности на территории карьера мела Шетпе Южное в районе цементного завода «Каспий цемент».

Исследования проводились в период с 2014 по 2017 г. Для осуществления полевых исследований были выбраны три площадки для отбора проб почвы с размерами 10 × 10 м (рис. 1). Первая площадка П-1 – на расстоянии 75 м от ограждения промплощадки цементного завода. Вторая площадка П-2 – у подножья холмов, в районе автодороги транспортировки мела, вдоль которой вытянут отвал вскрышных пород высотой 5 м. Третья площадка П-3 – на западной равнине, перед холмами подножья, между заводом и вахтовым посёлком, где влияние пыления мела и вредных выбросов производства не прослеживается.



Рис. 1. Карта-схема участков отбора проб почв

Образцы почвы отбирали путём прикопок из верхнего слоя 0–20 см в четырёх углах и из центра, затем все образцы перемешивали вместе и из общей пробы отбирали средний с массой до 1 кг. Первичная обработка образцов почв проводилась в лабораторных условиях [3; 4]. Определение содержания тяжёлых металлов было выполнено в экологической исследовательской лаборатории Управления природных ресурсов и рационального природопользования Мангистауской области. Содержание тяжёлых металлов в почве определялось

атомно-абсорбционных методом с помощью спектрометра МГА-915. Картографические материалы выполнены с использованием программных продуктов семейства ГИС: Mapinfo Professional v.10.2, SAS. Planet 160707.

Ниже приведены результаты исследования содержания тяжёлых металлов (ТМ) в почвах опытных площадок.

**Площадка П-1.** Район промышленной площадки завода «Каспий цемент». Исследования степени загрязнения почв проводились весной 2014 г., перед запуском завода «Каспий цемент» в эксплуатацию.

Результаты лабораторных анализов проб почв на содержание тяжёлых металлов (ТМ) позволили выявить следующие закономерности (табл.).

Таблица

**Содержание ТМ в почвах площадок П-1, П-2 и П-3  
(завод «Каспий цемент», мг/кг)**

Дата	Н <sub>о.проб.</sub> см	Тяжёлые металлы и их содержание в почвах, мг/кг						
		Cu	Ni	Zn	Mg	Cd	Cr	Pb
ПДК, мг/кг		3,0	4,0	23,0	1,0	5,0	0,05	32,0
<i>Площадка П-1 (координаты – N44°05'31,63", E52°07'15,31")</i>								
Весна 2014 г.	0–20	4,535	7,913	11,472	0,096	7,124	0,031	35,111
Осень 2015 г.	0–20	3,157	8,371	16,437	0,170	7,835	0,073	37,624
Осень 2016 г.	0–20	4,833	8,623	19,251	0,281	8,327	0,107	47,953
Осень 2017 г.	0–20	7,811	8,922	21,931	0,304	8,571	0,131	56,231
<i>Площадка П-2 (координаты – N44°05'31,85", E52°08'10,83")</i>								
Весна 2014 г.	0–20	3,749	6,831	15,382	1,273	9,416	0,048	33,852
Осень 2015 г.	0–20	4,741	6,963	17,341	1,492	9,892	0,073	36,721
Осень 2016 г.	0–20	4,825	7,391	20,182	2,371	10,37	0,074	39,112
Осень 2017 г.	0–20	4,985	7,874	20,793	2,253	10,41	0,074	39,361
<i>Площадка П-3 (координаты – N44°05'55,93", E52°08'39,67")</i>								
Весна 2014 г.	0–20	3,628	1,593	9,931	0,072	4,125	0,036	15,735
Осень 2015 г.	0–20	4,572	2,025	10,21	0,077	4,628	0,039	15,961
Осень 2016 г.	0–20	4,622	2,521	10,35	0,091	4,961	0,041	16,361
Осень 2017 г.	0–20	4,703	2,386	10,74	0,095	4,983	0,047	16,852

**Весна 2014 г.** По результатам анализа проб почвы на площадке П-1 превышение свинца Pb и кадмия Cd в почве составило 1,1 и 1,4 ПДК соответственно. Эти ТМ относятся к первой группе опасности и являются наиболее токсичными. Попадая в окружающую среду, они аккумулируются в большей степени в почве, нежели в атмосфере [5]. Превышение ПДК установлено также

по никелю (1,83 ПДК) и меди (1,5 ПДК). Никель и медь относятся ко второму классу опасности. Содержание остальных ТМ, согласно результатам анализа почвенных проб, находилось ниже уровня допустимых концентраций. Так, содержание цинка Zn составило 0,56 ПДК, магния Mg – 0,09 ПДК, хрома – 0,65 ПДК. Минимум аккумуляции этих ТМ в почвах обусловлен ветро-пылепереносом с господствующим восточным направлением [6]. Содержание ТМ в почвах площадки П-1 по убыванию выглядит следующим образом: Ni > Cd > Pb > Mg > Cr > Zn. Как видно, на первом месте в ряду стоит никель (2-й класс опасности), за ним кадмий и свинец – вещества 1-го класса опасности.

Превышение ПДК никеля практически в два раза объясняется тем, что основными источниками его поступления в почву являются отходы строительства, ёмкости из-под лаков и красок, а также транспорт, работающий на мазуте (тракторная техника). Превышение ПДК свинца и кадмия незначительное, но даже низкие концентрации этих ТМ опасны для здоровья человека, особенно в рабочей зоне. Их содержание в почве обусловлено также отходами в период строительства завода и выбросами выхлопных газов транспортных средств [7].

**Осень 2015 г.** Завод «Каспий цемент» введён в эксплуатацию осенью 2014 г. Хотя цементная пыль считается нетоксичной, она может стать причиной изменения ряда свойств почв и их загрязнения за счёт накопления некоторых химических элементов. Общая закономерность поступления ТМ из атмосферы определённо прослеживается для кадмия и свинца [6; 8]. Так, по результатам за 2015 г., содержание кадмия в почве увеличилось и составило почти 1,6 ПДК, свинца – 1,16 ПДК. Превышение по никелю – 2,08 ПДК, по хрому – 1,46 ПДК. Превышение содержания хрома объясняется его поступлением путём пылепереноса из золоотвалов. Содержание меди ниже, чем в 2014 г., почти на 0,5 ПДК. По сравнению с 2014 г. наблюдается увеличение содержания цинка с 0,56 до 0,7 ПДК, магния – с 0,09 до 0,17 ПДК, хрома – с 0,65 до 1,46 ПДК.

Таким образом, даже при таких минимальных значениях ТМ наблюдается загрязнение почв в районе, прилегающем непосредственно к заводу.

**Осень 2016 г.** По результатам этого года содержание меди снова увеличилось до 1,6 ПДК. По сравнению с данными 2015 г., наблюдается незначительное увеличение и остальных ТМ. Так, установлено увеличение содержания никеля до 2,15 ПДК, цинка – до 0,83 ПДК, магния – до 0,28 ПДК, кадмия – до 1,66 ПДК, хрома – до 2,14 ПДК, свинца – до 1,5 ПДК. Результаты свидетельствуют о возможном накоплении в почве всех перечисленных ТМ. При этом превышение зафиксировано по свинцу и кадмию (1-й класс опасности), по никелю, меди и ошутимое превышение по хрому (2-й класс опасности), однако в целом это превышение считается незначительным и не представляет опасности для окружающей среды [9].

**Осень 2017 г.** По результатам анализов проб почвы, содержание меди по сравнению с 2016 г. увеличилось с 1,6 до 2,6 ПДК.

Превышение меди (2-й класс опасности) в почве промплощадки обусловлено в основном выбросами при обжиге клинкера и сжигании угля. Технологическая доля меди в окружающей среде составляет примерно 75 % [7; 10]. Также заметно увеличение концентраций кадмия с 1,66 до 1,72 ПДК, никеля – с 2,15 до 2,22 ПДК, свинца – с 1,5 до 1,75 ПДК, хрома – с 2,14 до 2,62 до ПДК.

Содержание магния и цинка зафиксировано на уровне ниже ПДК, соответственно Mg – 0,3 и Zn – 0,95 ПДК. Динамика содержания ТМ в почве П-1 за период исследований приведена на рисунке 2.

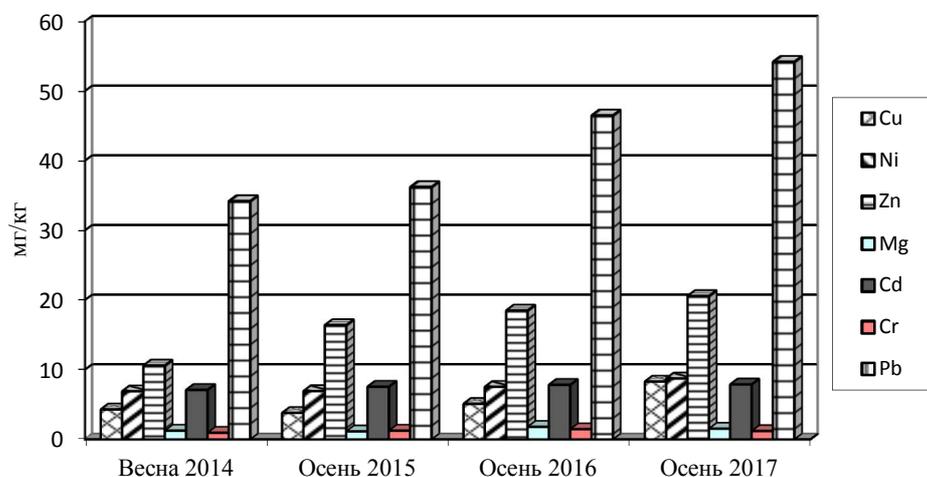


Рис. 2. Динамика содержания тяжёлых металлов в почве площадки П-1 (мг/кг)

За весь период исследований содержание ТМ на площадке П-1 имеет следующий вид:  $Cr > Cu > Ni > Pb > Cd > Zn > Mg$ . В начале ряда – два вещества 2-го класса опасности.

Таким образом, исследование состояния почв в районе завода показывает наличие полиметаллического загрязнения почв подвижными формами ТМ.

**Площадка П-2.** Район транспортировки мела и отвала вскрышных пород.

**Весна 2014 г.** Согласно результатам анализов почвенных проб, превышения содержания ТМ над ПДК зафиксированы для всех веществ, кроме хрома (0,96 ПДК) и цинка (0,66 ПДК). Величина концентрации меди в почве составила 1,26 ПДК, никеля – 1,7 ПДК, магния – 1,27 ПДК, кадмия – 1,88 ПДК, свинца – 1,05 ПДК. Превышение ПДК по кадмию обусловлено эксплуатацией дизельных двигателей и моторов (автотранспорт, тракторная техника и экскаваторы), а также пылью отвалов. Выхлопные газы транспорта – источники поступления в почву свинца и меди. Установлено, что ширина придорожных аномалий свинца составляет 50–100 м, при этом свинец может переноситься до 50 км от дороги [8; 12]. Наличие магния в почвах объясняется поступлением его как из глинистых, так и из пылеватых фракций. В составе почв этой площадки обнаружены также химические элементы в виде кальция (20 мг/кг), хлора (246 мг/кг), марганца (0,091 мг/кг), а также карбонат  $CO_3$  (кислотный остаток) угольной кислоты. Содержание кальция и карбоната в почвах месторождения мела объяснимо. Наличие хлора в почве обусловлено тем, что хлориды являются основными солями солончаковых почв, а также выпадением его из цементной пыли. Известно, что природное содержание марганца в почвах и растениях очень высоко, в нашем случае его минимум в почве объясняется щелочной средой почв и наличием в них карбонатов. Марганец не считается загрязняющим почву металлом.

Для площадки П-2 содержание тяжёлых металлов в почвах следующее: Cd > Ni > Mg > Cu > Pb > Cr > Zn. В начале ряда – кадмий (1-й класс опасности), затем никель.

**Осень 2015 г.** По сравнению с весной 2014 г. все обнаруженные в почвах ТМ демонстрируют некоторое увеличение концентраций. Содержание меди возросло с 1,26 до 1,58 ПДК, никеля – с 1,7 до 1,74 ПДК, цинка – с 0,66 до 0,75 ПДК, магния – с 1,27 до 1,49 ПДК, кадмия – с 1,88 до 1,98 ПДК, хрома – с 0,96 до 1,46 ПДК, свинца – с 1,05 до 1,15 ПДК. Из перечисленных только цинк не превышает ПДК. Незначительное увеличение цинка в почве обусловлено, скорее всего, износом шин транспорта. Содержание кальция 23 мг/кг, хлора – 249 мг/кг, марганца – 0,091 мг/кг. Возможно, накопление хлора и марганца связано с влиянием хлорсодержащих морских и технических вод, используемых для пылеподавления. Из этих вод возможен смыв марганца, кроме того, известно, что марганец сопутствует железу в составе горных пород [7; 13].

**Осень 2016 г.** Согласно результатам анализов проб почв, в 2016 г. наблюдалось незначительное увеличение содержания ТМ. Это связано с тем, что площадка П-2 расположена в зоне непосредственного влияния выбросов авто- и тракторного транспорта, обеспечивающих доставку мела и пыления отвалов вскрышных пород при усилении ветра в западном и северо-западном направлениях. Концентрация ТМ в почвах возросла, в частности, меди с 1,58 до 1,61 ПДК, никеля – с 1,74 до 1,85 ПДК, цинка – с 0,75 до 0,88 ПДК, магния – с 1,49 до 2,37 ПДК, кадмия – с 1,98 до 2,07 ПДК, хрома – с 1,46 до 1,48 ПДК, свинца – с 1,15 до 1,22 ПДК. Содержание цинка, играющего немаловажную роль в питании растений [8; 11], ниже ПДК. В карбонатных почвах, подверженных сильному выветриванию, его содержание минимальное. Содержание кальция (25 мг/кг), хлора (247 мг/кг), марганца (0,095 мг/кг) осталось практически на уровне показателей осени 2015 г.

**Осень 2017 г.** По обработанным данным анализа почв в указанный период содержание хрома не изменилось (1,48 ПДК), а магния уменьшилось на 0,12 ПДК и составило 2,25 ПДК. По цинку превышения ПДК не зафиксировано (0,9 ПДК). По остальным ТМ заметно незначительное увеличение: для меди – с 1,61 до 1,66 ПДК, никеля – с 1,85 до 1,97 ПДК, цинка – с 0,75 до 0,88 ПДК. Незначительное изменение содержания кадмия с 2,08 до 2,082 ПДК и свинца – с 1,22 до 1,23 ПДК позволяют утверждать, что их значения остались такими же, как в 2016 г. Динамика содержания ТМ в почве П-2 за период исследований приведена на рисунке 3.

Результаты исследований показали, что содержание тяжёлых металлов в почвах в 2017 г. у следующее: Mg > Cd > Ni > Cu > Pb > Cr > Zn. В начале ряда оказался магний, который не является токсичным веществом. Кроме того магний – важный микроэлемент, участвующий в выработке энергии растительностью [7; 8]. За нетоксичным магнием расположены кадмий и никель – вещества 1-го и 2-го классов опасности. Тем не менее, результаты исследований за 2014–2017 гг. свидетельствуют о загрязнении почв в пределах 150–250 м от зоны автодороги транспортировки мела с отвалами вскрышных пород.

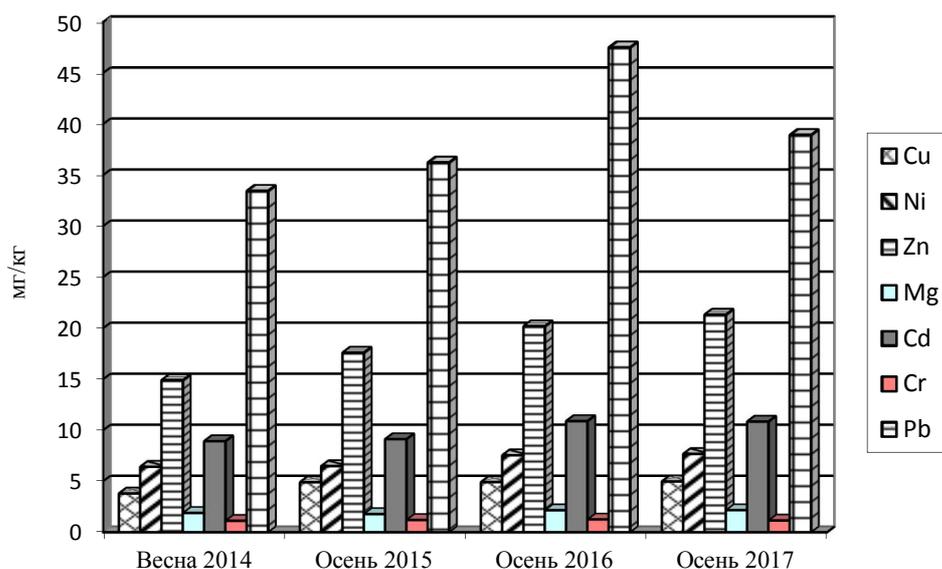


Рис. 3. Динамика содержания тяжёлых металлов в почве площадки П-2 (мг/кг)

**Площадка П-3.** Площадка для исследований выбрана на западной равнине, перед холмами подножья, между заводом и вахтовым посёлком.

Необходимо отметить, что этот район используется населением в качестве пастбищ. Ландшафт равнинный, здесь преобладают весенне-летне-осенние полынные сообщества растительности, используемые для выпаса мелкого рогатого скота, лошадей и верблюдов.

**Весна 2014 г.** Анализ проб почв показал, что полученные значения почти для всех ТМ, за исключением меди, оказались ниже установленных предельных концентраций вредных веществ, в частности, содержание меди в почве находилось на уровне 1,21 ПДК. Более высокую концентрацию меди по сравнению с остальными ТМ можно объяснить выбросами завода при обжиге клинкера и сжигании угольной пыли. Эти выбросы воздушными потоками переносятся на большие расстояния, причём большая их часть выпадает на расстоянии 1–3 км от эпицентра [9; 12]. В допустимых концентрациях медь является биокатализатором растений при pH 7–8. По остальным ТМ результаты анализов проб почвы следующие: для никеля – 0,4 ПДК, цинка – 0,43 ПДК, магния – 0,07 ПДК, кадмия – 0,82 ПДК, хрома – 0,72 ПДК, свинца – 0,49 ПДК. Незначительное содержание перечисленных ТМ в почвах обусловлено ветровым режимом северо-западного и западного направлений, способствующим переносу выбросов выхлопных газов транспорта и пылепереносу с верхнего плато карьера мела на дальние расстояния до природных барьеров в виде возвышенностей западных гор.

Содержание ТМ следующее:  $Cu > Cd > Cr > Pb > Zn > Ni > Mg$ .

**Осень 2015 г.** В этом году содержание всех ТМ, в том числе и веществ со значениями ниже ПДК, незначительно возросло. Так, концентрация меди в почве увеличилась с 1,21 до 1,53 ПДК, никеля – с 0,4 до 0,5 ПДК, цинка – с 0,43 до 0,44 ПДК, магния – с 0,072 до 0,077 ПДК, кадмия – с 0,82 до 0,92 ПДК, хрома – с 0,72 до 0,78 ПДК. Содержание свинца в почве оказалось равным значению прошлого года.

**Осень 2016 г.** Обработанные результаты этого года дают основание говорить о вероятности накопления ТМ в почвах исследуемой площадки П-3. Все обнаруженные вещества имеют тенденцию некоторого увеличения. Содержание меди возросло с 1,53 до 1,54 ПДК, никеля – с 0,5 до 0,63 ПДК, цинка – с 0,44 до 0,45 ПДК, магния – с 0,077 до 0,091 ПДК, кадмия – с 0,92 до 0,99 ПДК, хрома – с 0,78 до 0,82 ПДК, свинца – с 0,49 до 0,52 ПДК.

Видно, что концентрация магния, цинка и никеля значительно ниже допустимых значений. Относительно повышенные концентрации меди не связаны с техногенными факторами воздействия, а скорее обусловлены геохимическими особенностями территории месторождения мела.

**Осень 2017 г.** По результатам анализов проб почв этого года зафиксировано превышение ТМ, в частности, меди, с незначительным увеличением её концентрации с 1,54 до 1,56 ПДК. Содержание остальных ТМ в почве ниже ПДК, при этом содержание никеля уменьшилось – с 0,63 до 0,59 ПДК. Также наблюдалось некоторое увеличение цинка с 0,45 до 0,46 ПДК, магния – с 0,091 до 0,095 ПДК, хрома – с 0,82 до 0,94 ПДК.

Содержание хрома и свинца осталось на уровне 2016 г. Убывание содержания ТМ следующее:  $Cu > Cd > Cr > Pb > Zn > Ni > Mg$ . Динамика содержания ТМ в почве П-3 за период исследований приведена на рисунке 4.

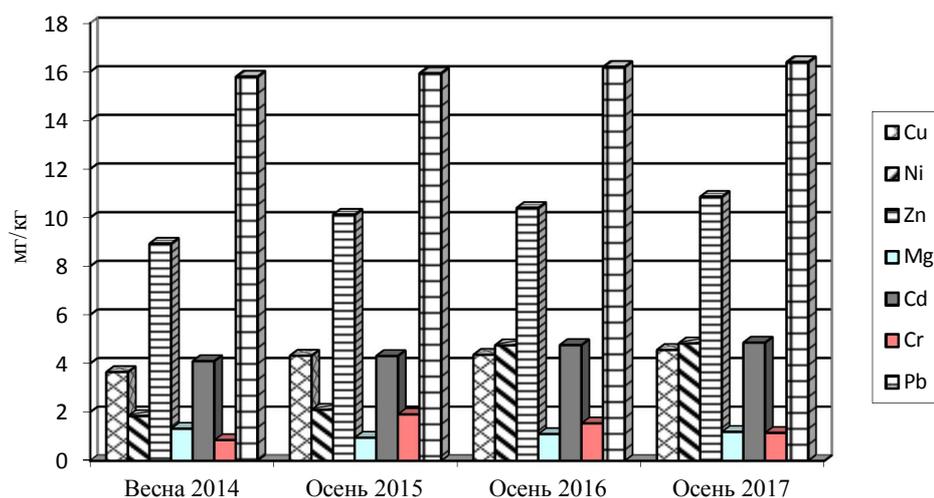


Рис. 4. Динамика содержания тяжёлых металлов в почве площадки П-3 (мг/кг)

По результатам исследований можно заключить, что западная равнина месторождения мела Шетпе Южное не испытывает техногенного влияния цементного завода. Это позволяет отнести данную территорию к зоне слабого загрязнения [5; 6].

**Выводы.** Нестабильность водно-солевого режима почв обусловлена тем, что во время выпадения кратковременных осадков вода, не успев накопиться в неглубоких понижениях, быстро просачивается вниз. Кроме того, большое значение играет характер засоления.

Почвы отличаются очень высоким содержанием карбонатов, как с поверхности, так и по профилю, их количество изменяется от 1,39 до 9,19 %.

Результаты исследований состояния почв месторождения мела Шетпе Южное в районе завода «Каспий цемент», проведённые в 2014–2017 гг.,

позволяют заключить, что наиболее чистыми являются почвы западной равнины (площадка П-3).

Установлено, что концентрация меди, не достигающая двукратного превышения, не имеет техногенного характера, а обусловлена условиями сухого и жаркого климата с сопровождающими его инверсионными явлениями (большой повторяемостью и мощностью) сильных ветров, что способствует переносу и рассеиванию выбросов выхлопных газов транспорта и техногенной пыли.

Наиболее сильную нагрузку испытывают почвы, расположенные вблизи завода на площадке П-1. По итогам исследований (2014–2017 гг.) содержание ТМ по убыванию оказалось следующего порядка:  $Cr > Cu > Ni > Pb > Cd > Zn > Mg$ . В начале ряда – два вещества 2-го класса опасности. Превышения меди, никеля и хрома в 2014–2017 гг. достигали двух-трёхкратных значений. При этом превышения свинца и кадмия, относящихся к 1-му классу опасности, не достигали двукратных значений. Незначительное превышение концентрации меди, никеля и хрома связано с влиянием выбросов цементного завода и карьера мела.

Таким образом, площадка П-1 относится к зоне сильного загрязнения, П-2 – к зоне среднего загрязнения, П-3 – слабого загрязнения. Данные, полученные по результатам исследований, являются актуальными и своевременными и могут быть использованы для дальнейшего мониторинга этого района.

#### Список литературы

1. Закон Республики Казахстан от 15 июля 1997 года № 160-І «Об охране окружающей среды». – Режим доступа: <http://geum.ru/next/art-325156.leaf-2.php>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
2. О состоянии экологической обстановки Мангистауской области и источниках его загрязнения / Управление природных ресурсов и регулирования природопользования Мангистауской области. – Актау, 2017. – 62 с.
3. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. – Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/21/21423.shtml>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
4. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовка проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – Режим доступа: <https://internet-law.ru/gosts/gost/29438>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
5. Семендяева, Н. В. Методы исследования почв и почвенного покрова / Н. В. Семендяева, А. Н. Мармулев, Н. И. Добротворская. – Новосибирск : Новосибирский гос. аграрн. ун-т, 2015. – 202 с.
6. Методика выполнения измерения массовой концентрации цинка, кадмия, меди, свинца в пробах почв молока атомно-абсорбционным методом с электротермической атомизацией на атомно-абсорбционном спектрометре «МГА-915». Свид-во № 224.04.05.001/2009. Шифр РК 04-25-2001.
7. Водяницкий, Ю. Н. Об опасных тяжелых металлах / металлоидах в почвах / Ю. Н. Водяницкий // Бюллетень Почвенного института В. В. Докучаева. – 2015. – Вып. 68. – С. 56–82.
8. Богданов, Н. А. Анализ микроэлементного состава почвогрунта при диагностике изменчивости состояния урбанизированных территорий / Н. А. Богданов, А. Н. Бармин, М. М. Иолин // Проблемы региональной экологии. – 2011. – № 4. – С. 76–81.
9. Zhidebayeva, A. Studying state of soils in South shetpe chalk deposit / A. Zhidebayeva, G. Kenzhetayev, Samal Syrlybekkyzy, A. Aitimova, B. Suleimenova, N. Janaliyeva // Ecology, Environment and Conservation (0971765X-India-Scopus), 03,

385758. ISSN 0971–765X. (0971765 X-India-Scopus), 03, 385758. – 2018. – Vol. 24 (3). – P. 1065–1068.

10. Abdel-Saheb, J. A. Chemical characterization of heavy metal contaminated soil transektoin South east Kansas / J. A. Abdel-Saheb, A. P. Schwab, M. K. Banks, B. Hetrick // *Water, Air and Soil Pollution*. – 1994. – № 78. – P. 73–82.

11. Parmesan, C. Ecological and evolutionary responses to recent climate change / C. Parmesan // *Ann. Rev. Ecol. Evol. S.* – 2016. – Vol. 37, № 12. – P. 637–669.

12. Dabkowska-Naskrt, H. Assessment of the Total Nickel Content and its Available Forms in the Soils Around Cement Plant Lafarge Poland / H. Dabkowska-Naskrt, H. Jaworska, J. Długosz // *Int. J. Environ. Res.* – 2014. – Vol. 8 (1). – P. 231–236.

13. El-Bady, M. S. M. Spatial Distribution of some Important Heavy Metals in the Soils South of Manzala Lake in Bahr El-Baqar Region, Egypt / M. S. M. El-Bady // *Nova J. Eng Appl Sci.* – 2014. – Vol. 2 (3). – P. 1–15.

14. Solgi, Eisa. Cadmium and Lead Disruption in Soils Around the Hegmatan Cement Factory, Iran / Eisa Solgi, Hadi Khodabandelo // *Health Scope*. – 2016 May. – Vol. 5 (2). – e34184. DOI: 10.17795/jhealthscope-34184.

### References

1. *Zakon Respubliki Kazakhstan ot 15 iyulya 1997 goda № 160-I "Ob okhrane okruzhayushchey sredy"* [The Law of the Republic of Kazakhstan dated July 15, 1997 No. 160-I "On Environmental Protection"]. Available at: <http://geum.ru/next/art-325156.leaf-2.php>.

2. *O sostoyanii ekologicheskoy obstanovki Mangistauskoy oblasti i istochnikakh ego zagryazneniya / Upravlenie prirodnikh resursov i regulirovaniya prirodopolzovaniya Mangistauskoy oblasti* [On the state of the environmental situation of the Mangystau region and sources of its pollution / Office of Natural Resources and Environmental Management of the Mangystau Region]. Aktau, 2017, 62 p.

3. *GOST 17.4.3.01-83. Okhrana prirody. Pochvy. Obshchie trebovaniya k otboru prob* [GOST 17.4.3.01-83. Protection of Nature. The soil. General sampling requirements]. Available at: <http://vsegost.com/Catalog/21/21423.shtml>.

4. *GOST 17.4.4.02-84. Okhrana prirody. Pochvy. Metody otbora i podgotovka prob dlya khimicheskogo, bakteriologicheskogo, gelmintologicheskogo analiza* [GOST 17.4.4.02-84. Protection of Nature. The soil. Sampling methods and sample preparation for chemical, bacteriological, helminthological analysis]. Available at: <https://internet-law.ru/gosts/gost/29438>.

5. Semendyaeva N. V., Marmulev A. N., Dobrotvorskaya N. I. *Metody issledovaniya pochv i pochvennogo pokrova* [Methods for the study of soils and soil cover]. Novosibirsk, Novosibirsk State Agrarian University Publ., 2015, 202 p.

6. *Metodika vypolneniya izmereniya massovoy kontsentratsii tsinka, kadmiya, medi, svintsa v probakh pochv moloka atomno-absorbtsionnym metodom s elektrotermicheskoy atomizatsiey na atomno-absorbtsionnom spektrometre "MGA-915". Svididetsvo No. 224.04.05.001/2009. Shifr RK 04-25-2001* [Methodology for measuring the mass concentration of zinc, cadmium, copper, lead in milk soil samples by the atomic absorption method with electrothermal atomization on an MGA-915 atomic absorption spectrometer. Witness No. 04/22/05/00.001/2009. Code of the Republic of Kazakhstan 04-25-2001].

7. Vodyanitskiy, Yu. N. Ob opasnykh tyazhelykh metallakh / metalloidakh v pochvakh [On hazardous heavy metals / metalloids in soils]. *Byulleten Pochvennogo instituta V. V. Dokuchaeva* [Bulletin of the Soil Institute V.V. Dokuchaev], 2015, issue 68, pp. 56–82.

8. Bogdanov N. A., Barmin A. N., Iolin M. M. Analiz mikroelementnogo sostava pochvogrunta pri diagnostike izmenchivosti sostoyaniya urbanizirovannykh territoriy [Analysis of the microelement composition of the soil in the diagnosis of variability of the state of urbanized territories]. *Problemy regionalnoy ekologii* [Problems of Regional Ecology], 2011, no. 4, pp. 76–81.

9. Zhidebayeva A., Kenzhetayev G., Syrlybekkyzy Samal, Aitimova A., Suleimenova V., Janaliyeva N. Studying state of soils in South shetpe chalk deposit.

*Ecology, Environment and Conservation* (0971765X-India-Scopus), 03, 385758. ISSN 0971-765X. (0971765 X-India-Scopus), 03, 385758. 2018, vol. 24 (3), pp. 1065-1068.

10. Abdel-Saheb J. A., Schwab A. R., Banks M. K., Hetrick B. Chemical characterization of heavy metal contaminated soil transectoin South east Kansas. *Water, Air and Soil Pollution*, 1994, no. 78, pp. 73-82.

11. Parmesan, C. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Ann. Rev. Ecol. Evol. S.*, 2016, vol. 37, no. 12, pp. 637-669.

12. Dabkowska-Naskrt H., Jaworska H., Długosz J. Assessment of the Total Nickel Content and its Available Forms in the Soils Around Cement Plant Lafarge Poland. *Int. J. Environ. Res.*, 2014, vol. 8 (1), pp. 231-236.

13. El-Bady M. S. M. Spatial Distribution of some Important Heavy Metals in the Soils South of Manzala Lake in Bahr El-Baqar Region, Egypt. *Nova J. Eng Appl Sci.*, 2014, vol. 2 (3), pp. 1-15.

14. Eisa, Solgi, Hadi Khodabandelo. Cadmium and Lead Disruption in Soils Around the Hegmatan Cement Factory, Iran. *Health Scope*, 2016 May, vol. 5 (2), e34184. DOI: 10.17795/jhealthscope-34184.

## МЕТОДЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПАЛЕОСРЕДЫ ЭТНОСОВ

**Спиридонова Ирина Николаевна**, ассистент, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Российская Федерация, 440028, г. Пенза, ул. Титова, 28, e-mail: Irunekspir@yandex.ru

Представлены данные по анализу почв поселений и почв Маклашеевского II городища. Почвенные исследования (морфологические признаки, физические, физико-химические и химические данные) совместно с геохимическими показателями позволили нам выявить особенности развития почв поселений и геоэкологическую преобразованность почвенного покрова изучаемых ареалов. Разработан подход к реконструкции палеосреды обитания этносов ананьинской и именьковской археологических культур. Однотипность географических и геоморфологических позиций и хронологическая последовательность в развитии носителей ананьинской и именьковской археологических культур позволяют провести сравнительную характеристику почвенных свойств и признаков, а также реконструкцию палеоклиматических условий расселения и жизни в изучаемом регионе отмеченных этносов. При исследовании почв поселений и почв Маклашеевского II городища были разработаны подходы к реконструкции палеосреды обитания этносов ананьинской и именьковской археологических культур с помощью сопряжённого анализа почвенно-археологических, геоэкологических и геохимических данных почв поселений.

**Ключевые слова:** ананьинская археологическая культура, именьковская археологическая культура, геоэкологические исследования, геохимический коэффициент CIA, валовой химический состав, реконструкция палеосреды

## RESULTS OF GEOCHEMICAL RESEARCH PALEOSREDA OF ETHNOSES

**Spiridonova Irina N.**, Assistant, Penza State University of Architecture and Construction, 28 Titova St., Penza, 440028, Russian Federation, e-mail: Irunekspir@yandex.ru

The article presents data on the analysis of soil settlement and soil Miklashevskaja II settlement. The relevance of the work is that soil studies (morphological features, physical, physico-chemical and chemical data), together with geochemical indicators, allow to