

УДК 504.5; 502.521

Доктор PhD

Ж.Г. Берденов<sup>1</sup>Г.Е. Мендыбаева<sup>1</sup>

Канд. биол. наук

Г.М. Атаева<sup>2</sup>

Канд. геогр. наук

Н.Б. Казангапова<sup>3</sup>**ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ХРОМТАУ-ДОНСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА**

**Ключевые слова:** техногенная нагрузка, почва, почвенный профиль, тяжелые металлы

*В статье изучены закономерности профильного распределения морфологических, физико-химических свойств почв и их трансформации под влиянием горнодобывающей промышленности и урбогенных нагрузок. Выявлены основные типы перестроек эколого-геохимической структуры почвенных профилей, резко отличающихся от фоновых почв региона. В ходе полевых исследований были заложены ключевые участки. На ключевых участках были заложены почвенные шурфы для отбора проб почвы с различных горизонтов, для последующего химического анализа. По результатам исследования были выявлены три группы почв.*

**Введение.** Особое место среди техногенного воздействия на почвы промышленных городов принадлежит загрязнению тяжелыми металлами, поскольку быстрое самоочищение почв от металлического загрязнения до требуемого по соображениям гигиенической и экологической безопасности уровня затруднено, а во многих случаях практически невозможно [1]. Особую роль в загрязнении почвенного покрова представляет промышленная урбанизация. Урбанизация – явление социальное, а проблемы геоэкологии являются универсальными, общенаучными, имеющими огромное практическое значение. И говорить об экологически благополучной ситуации в промышленных центрах возможно только тогда, когда наука будет рассматривать свои проблемы с точки зрения жизнеобеспечения человека и с позиции рационального взаимоотношения «человек – природа» [4].

<sup>1</sup> Евразийский Национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана;

<sup>2</sup> Актюбинский Государственный университет им. К. Жубанова;

<sup>3</sup> Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина

Урбанизированные территории представляют особый тип экологических систем, природные компоненты которых, подвергаясь различным антропогенным нагрузкам, испытывают существенные и часто необратимые изменения. Городские почвы, несмотря на коренную перестройку своих важнейших свойств, по мнению ряда ведущих исследователей [8], признаются базовой составляющей урбогеосистемы, осуществляющей ряд важнейших экологических и хозяйственных функций и определяющей условия жизни в городе.

**Территория исследования.** Район исследования расположен между южными отрогами Урала и северными грядами Мугоджар. Степь здесь холмистая, максимальные же высоты не превышают 490 м. Территория располагается в Орь-Илекском междуречье, относится к бассейну р. Жайык (Урал) (рис. 1).

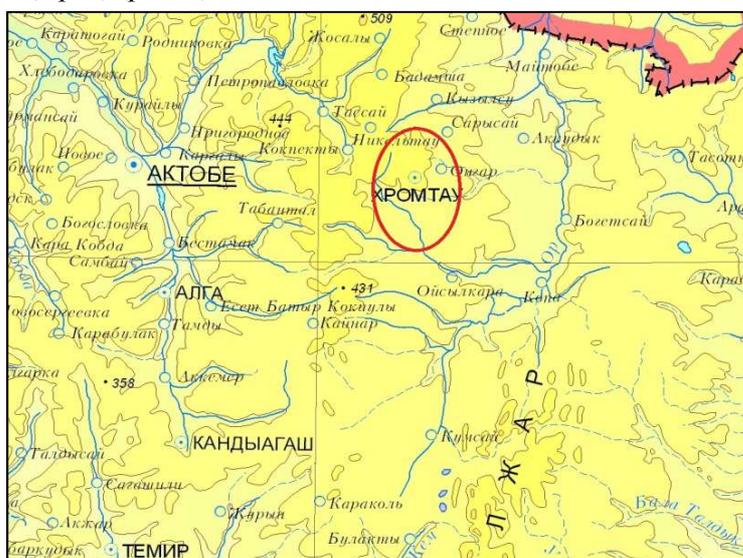


Рис. 1. Карта географического положения исследуемой территории.

Рассматриваемая территория расположена в зоне сухих степей. Для этой зоны характерно распространение темно-каштановых почв. Почвообразующими породами здесь служат супесь темно-коричневая, твердая с редкими прослойками суглинка и песка. Территория объекта расположена в подзоне темно-каштановых почв. Площадка сложена из почвенно-растительного слоя – суглинистого, коричневого с корнями растений, мощностью 0,2 м; супесей песчанистых – светло-коричневых, известковистых, твердых, мощностью 1,8...2,0 м; песков средней крупности – серых, средней плотности, мощностью – 2,0...2,3 м (Технический отчет // Оценка

воздействия на окружающую среду (ОВОС) к рабочему проекту «Строительство здания стационарной универсальной линии технического контроля легковых и грузовых автомобилей, автобусов и автопоездов с нагрузкой на ось до 10 т. (ЛТК-10У-СП-11)». ТОО «Asia consult». – Актобе, 2017. – 117 с.).

Главным техногенным источником, а также богатством исследуемого района считаются залежи хрома, меди, никеля. Здесь находится второе по величине в мире месторождение хромитовой руды, добыча которой ведётся как шахтным, так и карьерным способом (рис. 2).



*Рис. 2. Фото карьера хромитовой руды вблизи г. Хромтау.*

В пределах исследуемой территории сосредоточено большое количество экологически опасных объектов широкого спектра отраслей: в структуре промышленного производства города горнодобывающая промышленность занимает 94,3 %, обрабатывающая промышленность – 3,6 % (ТОО «Хромтауский кирпичный завод», АО «Керамика», ТОО «Актюбинский комбинат хлебопродуктов»), производство и распределение теплоэнергии, газа и воды – 2,1 %. [7]. Главным градообразующим предприятием промышленного узла является Донской горно-обогатительный комбинат – филиал АО «ГНК «Казхром», которое специализируется на добыче и обогащения хромовой руды. Предприятием добывается практически весь объем хромовой руды в Казахстане. Каждая 3-я семья, проживающая в городе Хромтау, связана с градообразующим предприятием. 68,4 % от экономически-активного населения города работает в Донском ГОКе (горно-обогатительный комбинат). Особое внимание привлекают антропогенные объекты – карьеры по добыче хрома, никеля, меди. Под воздействием такой мощной техногенной нагрузки почвы приобретают новый

комплекс свойств и режимов, от которых зависит их способность к эффективному выполнению разнообразных экологических функций.

Проводимые в последние годы в данном регионе геоэкологические исследования были направлены в основном на изучение процессов рельефообразования и загрязнения водных объектов прилегающей территории [6, 9]. Однако вопросы изучения формирования и современного состояния почвенного покрова тяжелыми металлами остаются слабо изученными. Отсутствует информация о характере внутривертикального распределения важнейших почвенных свойств, контролирующими процессы трансформации, накопления и выноса техногенных веществ в почвенной толще. Практически не изучены вопросы систематики и картирования почв Хромтауского района Актюбинской области.

Целью наших исследований являлось изучение особенностей трансформации морфологических, физико-химических свойств почв различных функциональных зон территории Хромтау-Донского промузла и оценка тенденций развития основных негативных почвенных процессов.

**Объект и методы исследования.** Почвенный покров промышленного узла представляет собой специфический объект научного исследования. На начальном этапе на основе комплексного анализа различных фондовых материалов были выбраны ключевые участки (рис. 3), отражающие многообразие хозяйственного использования территории исследования.

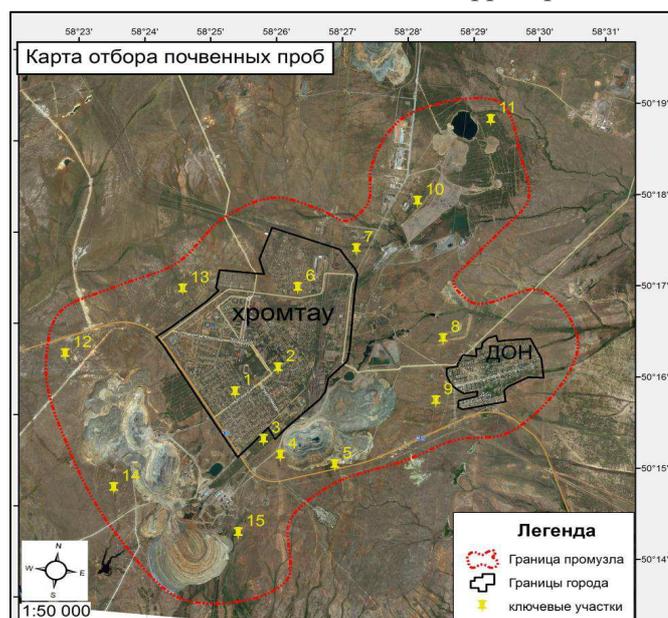


Рис. 3. Карта отбора проб на почвенных шурфах в пределах промузла.

В ходе полевого исследования (в летний период 2017 г.) были заложены 15 полнопрофильных разрезов, 10 прикопок и 4 полуямы. Производилось морфологическое описание профилей и отбор почв с последующим их анализом по следующим показателям: гранулометрический состав, значение рН, содержание гумуса (по Тюрину), содержание обменных оснований, содержание легкорастворимых солей в водной вытяжке, содержание тяжелых металлов по ГОСТ 22036-2014 [2].

Для определения степени общего загрязнения почв использовался метод биотестов [3, 5]. Для эксперимента образцы почв отбирались в соответствии с ГОСТ 17.4.4 02-84. В качестве эталонов сравнения использовались образцы почв – южные черноземы и темнокаштановые почвы с территории залежных земель в юго-восточной части Хромтауского района вблизи села Кызылжар.

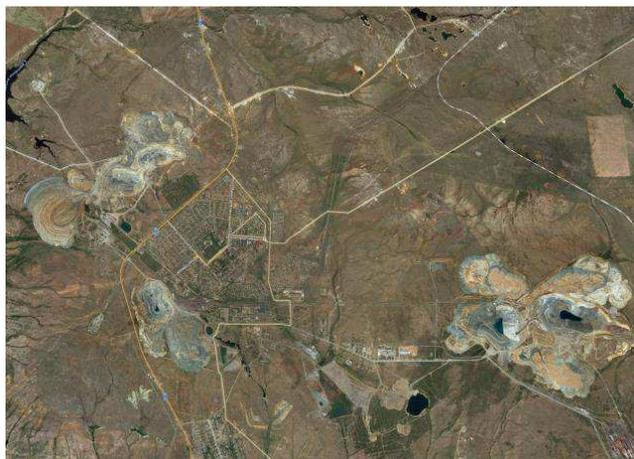
**Результаты исследования.** Основной фон почвенного покрова территории Хромтау-Донского промузла составляют темно-каштановые карбонатные в комплексе с солонцами каштановыми солончаковатыми натриевыми. В пределах речных долин р. Акжар и р. Усуп на террасах развиты черноземы южные остаточного-луговые и лугово-каштановые солонцеватые маломощные и легкосуглинистые, на пойме – аллювиальные дерновые насыщенные натриевые.

Исследуя особенности морфологического строения профиля, в пределах изучаемой территории выделены следующие группы почв: естественные (условно-нарушенные), слабонарушенные и антропогенно-преобразованные.

Естественные и слабонарушенные почвы, сохранившие без больших изменений систему генетических горизонтов, приурочены в настоящее время к участкам с остаточной естественной растительностью, а так же к землям хозяйственного назначения (застройки, отвалы, насыпи и т.д.).

В ходе исследований было установлено, что морфология этих групп почв, даже при минимальной степени нарушенности, отличается рядом существенных особенностей по сравнению с зональными почвами. Широкое распространение имеют химически загрязненные почвы (80 % территории). В зонах застройки населенных пунктов почвенный покров в результате градостроительного освоения приобретает дискретный характер. Профили почв открытых незапечатанных участков характеризуются отсутствием естественных генетических горизонтов и представляют собой искусственные конструкции слоёв, состоящих из пылеватого субстрата

разной мощности и качества с включениями отвалов, бытового и промышленного мусора. Максимальным уровнем техногенной трансформации характеризуются урботехноземы, группа почвоподобных тел, приуроченных к промышленным зонам и транспортным коммуникациям. Гранулометрический состав почв формируется под воздействием следующих факторов: природных, главным образом литолого-геоморфологических и техногенных (горные породы, вскрытые карьеры, карьерные насыпи), которые хорошо просматриваются на космических снимках среднего разрешения аппарата Landsat (рис. 4).



*Рис. 4. Космоснимок аппарата Landsat-7, 2017 г.*

Для естественных (условно-нарушенных) почв территории исследования характерно преобладание тяжело- и среднесуглинистых разновидностей. Содержание частиц глины в верхних горизонтах колеблется от 40 до 60 %, при этом преобладающими фациями являются крупнопылеватая (45...55 %).

В профилях антропогенно-преобразованных почв существенно повышается степень латеральной и радиальной неоднородности гранулометрического состава за счет перемешивания материала вскрышных, материнских пород и технологических субстратов. Распределение фракций по профилю беспорядочно и зачастую разнонаправлено.

Реакция рН почвенного покрова в естественных и слабонарушенных почвах исследуемой территории изменяется от 6,8...8,1 (табл. 1). Диапазон изменения значений рН в антропогенно-измененных почвах имеет заметное смещение в щелочную сторону по всей глубине и составляет 7,7...9,0. Повышенная щелочная реакция характерна в любых природно-климатических условиях, связанная с карбонатным составом посту-

пающих в почву техногенных веществ (пыль вскрышных пород, промышленный мусор и т.д.).

Таблица 1  
Результаты химических анализов некоторых образцов почв, 2017 г.

№ разр. кл. уч.	Горизонт	Глубина залегания, см	рН	Гумус, %	Поглощенные основания, мг-экв.			
					Ca <sup>+</sup>	Mg <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ёмкость поглощения
<b><i>Естественные и слабонарушенные почвы</i></b>								
1	A	0...15	7,8	3,5	25,2	3,1	0,4	18
	B	15...25	8,0	3,1	28,5	3,8	0,52	15
	BC	30...70	7,5	1,05	22,0	4,5	0,45	15
8	A	0...10	7,5	4,2	12,2	0,5	0,3	20
	B	15...30	7,1	4,0	18,1	2,5	0,57	22
	BC	30...50	7,0	2,1	17,5	3,0	0,4	18
	C	60...100	7,4	0,4	22,7	1,4	0,45	22
13	A	0...20	7,0	5,1	12,5	1,9	0,25	19
	B	20...30	6,8	3,7	12,6	2,5	0,8	17
	BC	30...45	7,2	2,5	12,2	2,1	0,74	15
	C	50...90	7,8	1,8	13,1	3,2	1,0	20
<b><i>Техногенно-преобразованные почвы</i></b>								
4	A	0...15	7,8	1,2	18,5	7,2	0,5	15
	B	15...40	8,2	2,2	18,7	7,4	0,6	26
	BC	40...90	8,5	1,0	17,1	6,6	0,44	17
	C	90...150	8,0	0,7	16,5	6,65	0,65	19
14	A	10...20	7,8	1,2	18	3,4	1,5	22
	B	20...40	9,0	2,5	12,2	4,5	1,1	15
	C	40...150	7,5	0,2	5,8	2,5	0,85	15
11	A	5...30	8,2	3,1	25	4,5	0,55	25
	B	30...50	8,0	2,55	26,2	4,9	0,5	20
	C	50...80	7,2	1,7	19,8	3,45	0,42	18

Исследуя обменно-поглотительную способность почв, следует отметить высокую степень насыщенности основаниями как слабонарушенных, так и техногенно-преобразованных почв. Некоторое увеличение относительной доли натрия обнаружено в техногенно-нарушенных почвах ключевого участка №14, расположенного вдоль крупной автомагистрали. Основной причиной такого превышения содержания натрия в почвенном горизонте, очевидно, является поступление солей из материнских пород, что приводит к развитию процессов дополнительного техногенного засоления и осолонцевания почв.

Результаты определения некоторых тяжелых металлов (табл. 2) свидетельствуют об их повышенном содержании на ключевых участках в непосредственной близости к вскрышным породам и крупным магистралям.

Таблица 2

Результаты химического анализа проб почвы на содержание тяжелых металлов

№ ключевого участка	Горизонт, глубина залегания	Концентрация, мг/кг		
		Cr	Pb	Cd
5	A (10...20)	2,88	28,5	0,15
	B (20...30)	2,8	20,1	-
15	A (5...20)	3,2	35,5	0,2
	B (20...50)	3,8	15,5	0,06
10	A (10...20)	1,85	18,5	-
	B (20...30)	1,1	10,8	-

Оценка валового содержания металлов (Pb, Cr, Cd) проводилась в Испытательной лаборатории ТОО «НИИ «Батысэкопроект».

В почвах наблюдаемых участков, техногенным воздействием, в большей степени, подвержены почвы вблизи горнодобывающего производства, очевидно, это связано с ветровой эрозией.

По результатам химического анализа почву практически на всех участках концентрация свинца значительно больше нормы ПДК. Очевидно, это связано с передвижением большого количества крупногабаритного промышленного транспорта, а также расположение близ г. Хромтау крупной узловой железнодорожной станции.

**Выводы.** В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Территория Хромтау-Донского промузла в настоящее время является ареалом глубоко измененной природы. Почвенный покров здесь подвергся радикальному преобразованию и в реальной действительности представляет собой сложную техногенную геосистему, состоящую из сочетания многочисленных антропогенных модификаций почв и искусственных почвоподобных образований.

2. Наиболее характерным и экологически значимым процессом техногенного преобразования почв территории исследования является химическое загрязнение (в первую очередь тяжелыми металлами), которое проявляется уже на стадии морфологического описания разрезов и охватывает в той или иной степени практически всю территорию Хромтау-Донского промузла.

3. К характерным признакам техногенной трансформации почв относятся следующие: увеличение, по сравнению с естественными зональ-

ными почвами, степени пространственной неоднородности почвенного покрова и вариабельности почвенных свойств, возникающих в результате сложного сочетания процессов природной самоорганизации и разнохарактерного техногенного воздействия.

4. Полученная в ходе исследований информация рассматривается в качестве предварительного ориентира для более объективной и научно обоснованной оценки экологического состояния почв и организации экологического мониторинга территории.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берденов Ж.Г. Анализ техногенного загрязнения природной среды Актюбинской области // Теоретические и практические проблемы Географии: Матер. междунар. науч. конф., Астана, ЕНУ им. Л.М. Гумилёва. – Астана, 2014. – Ч. 3. – С. 121-126.
2. ГОСТ ISO 22036-2014. Качество почвы. Определение микроэлементов в экстрактах почвы с использованием атомно-эмиссионной спектрометрии индуктивно связанной плазмы (ИСП-АЭС). – М.: Стандартинформ, 2015. – 27 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). – М.: Колос, 1973. – 335 с.
4. Дубровская С.А. Эколого-геохимическое состояние почвенного и растительного покровов Орско-Новотроицкого промузла // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. – 2012. – №4. – С. 40-45.
5. Климентьев А.И., Ложкин И.В., Трубин А.П. Функционально-экологический подход к изучению и экологической оценке почвенного покрова урбанизированных территорий (на примере г. Оренбурга и Орска) // Первая междунар. геоэколог. Конф.: Сборник материалов. – Тула, 2003. – С. 27-34.
6. Көшім А.Ф., Сергеева А., Умирзакова Ж., Байдрахманова Г. Геоэкологическое состояние месторождения Хромтау и ее картографирование по разновременным космоснимкам Landsat // Вестник КазНУ. Серия географическая. – 2015. – №2 (41). – С. 308-314.
7. Программа развития моногородов на 2012-2020 годы, утвержденная Постановлением Правительства РК от 25 мая 2012 года №683 [Электрон. ресурс]. – URL: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=31203906#pos=0:0](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31203906#pos=0:0) (дата обращения: 20.03.2017)
8. Строганова М.П., Мягкова А.Д., Прокофьева Т.В. Почвоведение. – М.: МГУ, 1997. – 275 с.

9. Хомяков Д.М. Деградация почв: причины, следствия, пути снижения и ликвидации. – М.: МГУ, 2011. – 272 с.

Поступила 9.04.2018

Докторы PhD	Ж.Г. Берденов
Биол. ғылымд. канд.	Г.Е. Мендыбаева
Геогр. ғылымд. канд.	Г.М. Атаева
	Н.Б. Казангапова

## **ХРОМТАУ-ДОН ӨНЕРКӘСІПТІК БӨЛІМШЕНІН ТОПРАҚТЫҢ ЭКОЛОГИЯ-ГЕОХИМИЯЛЫҚ ТАЛДАУ**

**Түйінді сөздер:** техногендік жүктеме, топырақ, топырақ профилі, ауыр металдар

*Мақалада топырақтың морфологиялық, физико-химиялық қасиеттерін бейімделу заңдылықтары және оларды тау-кен өнеркәсібінің және урбогенді жүктемелердің әсерімен трансформациялау зерттелді. Аймақтың артқы топырақтарынан күрт айырмашылығы бар топырақ профилдерінің экологиялық-геохимиялық құрылымын қайта құрудың негізгі түрлері анықталды. Зерттеу саласында негізгі бағыттар салынды. Негізгі учаскелерде әртүрлі горизонттардан топырақтың іріктелуі үшін топырақ шұңқырлары құрастырылған компоненттерді кейінгі химиялық талдау үшін салынды. Зерттеу нәтижелері бойынша топырақтың үш тобы анықталды және негізгі қорытындылар жасалды.*

Berdenov Zh.G., Mendibayeva G.E., Atayeva G.M., Kazangapova N.B.

## **ECOLOGICAL-GEOCHEMICAL ANALYSIS OF THE SOIL COVER OF THE CHROMTAU-DON INDUSTRIAL NODE**

**Keywords:** technogenesis, soil, soil profile, heavy metals

*In the scientific article, the regularities of the profile distribution of the morphological, physico-chemical properties of soils and their transformation under the influence of the mining industry and urbogenic loads have been studied. The main types of rearrangements of the ecological-geochemical structure of soil profiles, which differ sharply from the background soils of the region, are revealed. In the field of research, key areas were laid. At key sites, soil pits were laid for soil sampling from various horizons, for subsequent chemical analysis of constituent components. According to the results of the study, three groups of soils were identified, and the main conclusions were drawn.*