

У.Қ. Сарсембин<sup>1\*</sup>, Г.А. Батырова<sup>2</sup>, Г.А. Умарова<sup>2</sup>,  
Г.М. Ургушбаева<sup>2</sup>, Н.Е. Айкенова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Қазақстан;

<sup>2</sup>М. Оспанов атындағы Батыс Қазақстан медицина университеті, Ақтөбе, Қазақстан

\*Хат-хабарларға арналған автор: umbetali\_s.k@mail.ru

## Ақтөбе қаласының топырағының ауыр металдармен ластануын экологиялық бағалау

Мақалада Ақтөбе қаласының топырағындағы химиялық элементтердің (Cu, Ni, Pb, Zn, Co, Cd, Mb, Cr, Fe) жылжымалы формаларының мөлшерін анықтау үшін жүргізілген химиялық талдау нәтижелері талқыланған. Ақтөбе қаласы территориясының 7 сынақ алаңының топырағына зерттеу жүргізілді, химиялық элементтердің концентрациялары анықталып, концентрация коэффициенттері және ластанудың қосынды көрсеткіші Zc есептелінді. Есептеу нәтижелері 4–8 микроаудандар мен «Әуе қалашығының» территориясының топырағының ауыр металдармен ластану деңгейі Zc=19,4–22,2 аралығында ( $16 < Zc < 33$  — орташа, қауіптілік деңгейі жоғары емес), ал басқа зерттеу зоналарының топырағының ластану дәрежелері Zc<16 төменгі ластану деңгейін көрсетті.

*Кілт сөздер:* топырақ, ластану, химиялық талдау, ауыр металдар, элементтердің концентрациясы, фондық мөлшер, ауыр металдардың концентрация коэффициенттері, топырақтың ауыр металдармен ластануының қосынды көрсеткіші.

### Кіріспе

Топырақтың ауыр металдармен ластануы табиғи ортаның барлық объектілерін деградацияға ұшыратып, оларға локалды, регионалды және ғаламдық деңгейде әсерін тигізеді. Ауыр металдардың концентрацияларының топырақта жинақталуы биологиялық түрлердің тіршілік ету қабілеттіліктеріне тікелей ықпалын тигізеді, олардың артық мөлшерде жинақталуы тірі организмдерді ауруға шалдықтырып, оның салдары генетикалық деңгейде байқалуы мүмкін.

Техногенді ландшафтардың топыраққа тигізетін әсері ұзақ болатындықтан топырақ негізгі зерттеу объектісі ретінде таңдалынған. Топырақ ауа мен сулы ортадан токсиканттарды сіңіреді және фильтрдің ролін атқарады. Осыған байланысты топырақ пен өсімдіктердегі улы элементтердің мөлшері транспорт және өндірістік кәсіпорындардың әсерін анықтайтын диагностикалық белгі ретінде қарастыруға болады [1].

Ауыр металдар физикалық-химиялық немесе биологиялық деградациялануға ұшырамай, топырақтың беткі қабатында жинақталып, олардың қасиетін өзгертеді және ұзақ уақыт бойы өсімдіктердің тамырларының сіңіруіне қолжетімді болады, сондай-ақ трофикалық тізбектер бойынша миграциялық процестерге белсенді түрде қатысады.

Химиялық элементтер қажетті биологиялық функцияларды атқаруға қабілетті, кейбір ауыр металдардың әрі тірі жүйелердің тіршілігіне қажеттілігі бар, бірақ биологиялық объектілерде концентрацияларының жоғары болуы оларды токсикологиялық зат ретінде қарастырады [2].

Үлкен металлургиялық кәсіпорындардың атмосфералық шығарындылары техногендік геохимиялық аномалияларды қалыптастырады, олардың орталығында ауыр металдардың концентрациялары фондық көрсеткіштен бірнеше есе асатындығы автордың еңбегінде талқыланған [3]. Топыраққа өнеркәсіптік токсиканттардың үздіксіз түрде түсуінің нәтижесінде ұзақ жылдар бойы ластанушы заттар жинақталған техногендік геохимиялық аудандар қалыптасады. Ауыр металдардың ішінде ең қауіпті элемент ол қорғасын.

Қанда қорғасынның концентрациясының жоғары мөлшерде болуы балалардың физикалық дамуын кешеуілдететіндігі және мидың қалыпты дамуына кері әсер ететіндігі туралы автордың зерттеу жұмысында дәлелденген [4].

Адамның қанындағы ауыр металдардың деңгейімен және олардың қаланың топырағындағы мөлшері арасында экспоненциальдық байланыс бар екендігі автордың ғылыми еңбегінде анықталған [5].

Ақтөбе территориясында үлкен металлургиялық, химиялық және басқада түрлі өндірістік кешендер орналасқан еліміздегі үлкен өнеркәсіптік қалалардың бірі. Автотранспорттар, Ақтөбе феррокорытпа заводы (АФЗ) және Ақтөбе хром қосындылар заводы (АХҚЗ) қалаға техногенді жүктеме түсіретін негізгі лақтаушы көздер болып табылады.

Қала территориясында өндірістік кәсіпорындардың орналасуының нәтижесінде қоршаған орта компоненттері техногендік әсерге ұшырайды. Әсіресе металлургиялық, химиялық өндірістік кешендерден және автотранспорттардың шығарындыларының құрамындағы химиялық элементтер топыраққа жинақталып экожүйелердің қалыпты қызметінің бұзылуына әкелуі мүмкін. Сондықтан Ақтөбе қаласы сияқты өндірістік қалалардың топырағындағы химиялық элементтердің нақты мөлшерін анықтау және топырақтың ауыр металдармен қосынды ластануын экологиялық бағалау қазіргі уақыттағы актуалды мәселе.

Зерттеу жұмысының мақсаты — Ақтөбе қаласының топырағының ауыр металдармен ластану деңгейін экологиялық бағалау.

#### *Материалдар мен зерттеу әдістері*

Топырақтағы ауыр металдардың концентрацияларын анықтау мақсатында Ақтөбе қаласының 7 зонасынан топырақ сынамалары алынды. Сынамалар топырақтың беткі қабатынан (0–15 см) конверт әдісімен (5 нүктеден) алынды. 5 нүктеден алынған сынамаларды араластыру арқылы салмағы 1 кг құрайтын біріктірілген топырақ сынамасы әзірленді. Топырақтағы элементтердің мөлшерін анықтау үшін топырақ сынамаларын алу және дайындау МЕМСТ 17.4.4.02–84 «Табиғатты қорғау. Топырақ. Химиялық, бактериологиялық, гельминтологиялық талдау үшін сынамаларды алу және дайындау әдістеріне» сәйкес жүзеге асырылды.

Ақтөбе қаласының топырақ жамылғысы Елек өзені және оның салалары Жаман-Қарғалы, Жіңішке, Сазды және Тамды өзендерінің жайылма учаскелері мен жайылмаларының жоғары террасаларын бойында, Оңтүстік Орал мен Каспий синеклизасының түйіскен жерінде қалыптасқандығы туралы және топырақтың қоңыр каштанды, орташа құрғақты зонаға жатады [6, 82 б.].

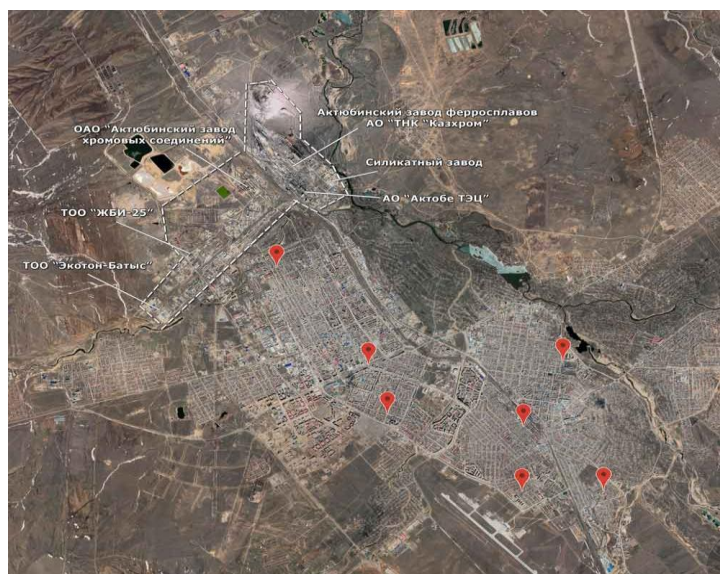
Топырақ сынамалары алынған территориялардың тізімі мен олардың координаттары 1-кестеде келтірілген, 1-суретте қалалық аудандардың топырағынан алынған сынама нүктелерінің картасы көрсетілген.

К е с т е 1

#### **Ақтөбе қаласы топырақ сынамалары алынған территориялар және олардың координаттары**

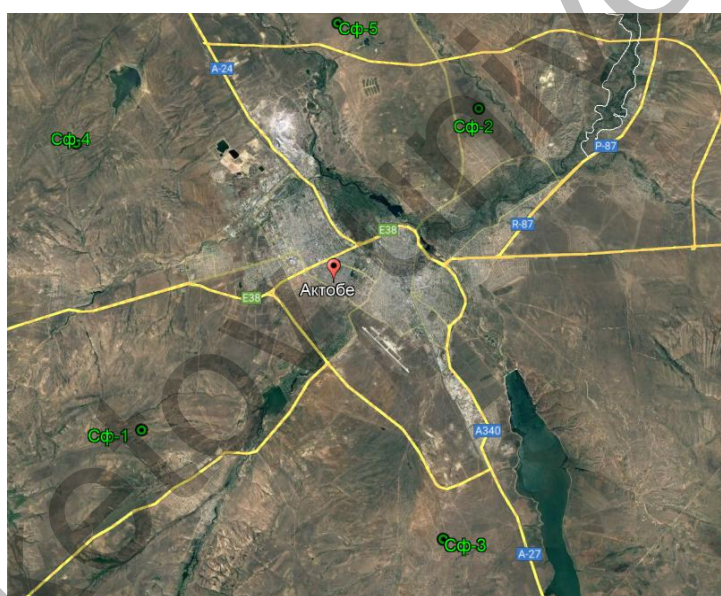
№	Аудан	Сынама алынған алаңдардың координаттары
1	«Шанхай» және Тұрғындар қалашығы (О. Кошевой көшесі)	N 50,3164797642591, E 57,1311544162285
2	1–5 қалалық микроаудандар (Тайбеков көшесі)	N 50,2822058565568, E 57,1704618607006
3	4–8 микроаудандар (М. Оспанов көшесі мен Гришина көшесі)	N 50,2776933875231, E 57,1696541631417
4	«Курмыш» ауданы (Набережная мен Д. Қонаев көшелері)	N 50,29190957736, E 57,2301248890604
5	«Москва» ауданы, 11, 12 микрорайондар (Московская және Х. Доспанов көшелері)	N 50,2756689800235, E 57,214359245207
6	«Оторвановка» және «ГМЗ» аудандары (Береговая көшесі)	N 50,2577663979997, E 57,2447812076865
7	«Авиатородок» ауданы (Рахат көшесі)	N 50,2469054343880, E 57,2146967003520

Топырақтағы элементтердің нақты концентрацияларын білу үшін зерттелінетін ауыр металдардың топырақтағы фондық мөлшері анықталды. Бақылау (фондық) учаскесі ретінде Ақтөбе қаласынан 10 км радиустық қашықтықтан, шартты түрде антропогендік жүктеме түспейтін (өндірістік зоналардан қашық жерлерден) 5 сынама алаңы таңдалынды. 5 фондық алаңның топырағының беткі қабаттарынан (0–15 см) МЕМСТ 17.4.4.02–84 сәйкес 15 сынама алынды.



Сурет 1. Топырақ сынамалары алынған нүктелер

Топырақ сынамалары алынған фондық нүктелердің картасы 2-суретте көрсетілген.



Сурет 2. Топырақ сынамалары алынған фондық нүктелер

Ақтөбе қаласының топырағындағы элементтердің Cu, Ni, Pb, Zn, Co, Cd, Mb, Cr, Fe жылжымалы формаларының концентрацияларын анықтау «Алия и Ко» ЖШС сертификацияланған зертханасының базасында атомды-абсорбционды әдіспен, М-МВИ-80–2008 нормативтік құжатына сәйкес жүргізілді.

Топырақтың ауыр металдармен ластану дәрежесін бағалау үшін ластанудың қосынды көрсеткіші, нормативтік-әдістемелік құжаттарда бекітілген  $Z_c$  пайдаланылды.  $Z_c$  — тұрғындардың денсаулығына қолайсыз әсер етудің индикаторы болып табылатын және топырақтың ластануына ауыр металдардың жалпы қосатын үлесін анықтайтын интегралды көрсеткіш ретінде кеңінен пайдаланылатын коэффициент [7, 8].

Топырақтың ауыр металдармен ластануының қосынды көрсеткіші келесі формуламен есептелінеді:

$$Z_c = \sum K_{ci} - (n-1),$$

мұнда  $Z_c$  — ластанудың қосынды көрсеткіші;  $K_{ci}$  — химиялық элементтің концентрациясының коэффициенті;  $n$  — есептелінетін элементтердің саны.

Концентрация коэффициенті  $K_{ci}$  — урбанизацияланған территориялардағы ластаушы көздерден бөлінетін поллютанттардың жинақталуымен сипатталатын локалды техногендік аномалияларды анықтауға және талдауға мүмкіндік береді.

Концентрация коэффициенті  $K_{ci}$  келесі формуламен есептеледі:

$$K_{ci} = C_i / C_{\phi},$$

мұнда,  $C_i$  — анықталған химиялық элементтің топырақтағы нақты концентрациясы, мг/кг;  $C_{\phi}$  — химиялық элементтің топырақтағы фондық концентрациясы, мг/кг.

Қауіптілік дәрежесі бойынша элементтермен қосынды ластануды сипаттайтын  $Z_c$  мәнінің диапазондары келесідей:  $Z_c < 16$  — төменгі деңгей;  $16 < Z_c < 33$  — орташа деңгей;  $32 < Z_c < 64$  — жоғары, қауіпті деңгей;  $64 < Z_c < 128$  — максималды, төтенше қауіпті.

Зерттеу нәтижелерін статистикалық өңдеу «Microsoft Excel 2010» бағдарламасының көмегімен жүзеге асырылды. Топырақтың ауыр металдармен ластануының қосынды көрсеткішінің картасы ArcGIS 10.4 бағдарламасымен жасалды.

#### Нәтижелер және оларды талдау

Топырақтың құрамындағы химиялық элементтердің концентрацияларына химиялық талдау жүргізу және топырақтағы анықталған ауыр металдардың нақты мөлшерін фондық мөлшермен салыстыру арқылы топырақтың ластану жағдайын экологиялық бағалауға мүмкіндік береді.

Ластаған топырақтарда ауыр металдарды (жалпы мөлшері немесе жылжымалы формалары) анықтау топырақ жамылғыларында металдардың бекітілу процестерін болжауға, қоршаған орта компоненттерінің екіншілік ластануына болжам жасауға мүмкіндік береді. Ауыр металдардың жылжымалы формалары қатты фазадан топырақ ерітінділеріне өтуге, сондай-ақ тірі организмдермен сіңірілуіне және грунттық суларды ластауға қабілетті. Топырақта ауыр металдардың жылжымалы формаларының жинақталуына экологиялық бағалау жүргізілді.

Зерттеу зоналарының топырағындағы ауыр металдардың орташа концентрациялары химиялық талданып, концентрация коэффициенттері және қосынды ластану деңгейлері есептелінді (2-кесте).

Кесте 2

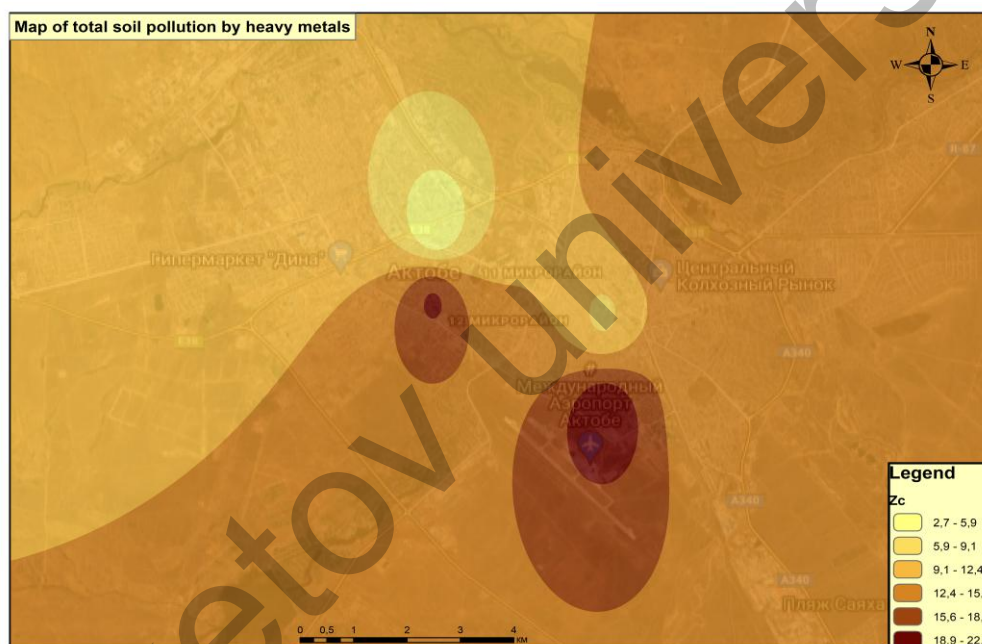
#### Зерттеу зоналарының топырағындағы ауыр металдардың орташа концентрациялары, концентрация коэффициенттері және қосынды ластану деңгейлері

Элементтер	Cu	Ni	Pb	Zn	Co	Cd	Mb	Cr	Fe
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Шекті жол берілген концентрация (ШЖК), мг/кг	3,0	4,0	6,0	23,0	5,0	1,0	5,0	6,0	470
Фондық концентрация, мг/кг	6,9	8,1	1,6	16,2	2,3	1,1	1,0	2,9	753,4
<i>№ 1. О. Кошевой көшесі (Шанхай) және Тұрғындар қалашығы</i>									
Концентрациялардың орташамөлшері мг/кг	7,73	22,09	1,89	18,88	3,81	2,85	1,24	11,92	1484,2
$K_c$	1,1	2,7	1,1	1,1	1,6	2,5	1,2	4,1	1,9
$Z_c$	9,76								
<i>№ 2. Тайбеков көшесі (қалалық 1–5 микроаудандар)</i>									
Концентрациялардың орташамөлшері мг/кг	10,21	13,51	0,00	7,18	2,64	2,03	1,02	4,84	405,64
$K_c$	1,4	1,6	-/-	0,44	1,1	1,8	0,9	1,6	0,54
$Z_c$	2,7								
<i>№ 3. М. Оспанов көшесі мен Гришина көшесі (қалалық 4–8 микроаудандар)</i>									
Концентрациялардың орташамөлшері мг/кг	68,48	15,55	10,92	22,83	6,79	1,96	1,34	4,27	506,3
$K_c$	9,9	1,9	6,0	1,3	2,8	1,9	1,3	1,4	0,68
$Z_c$	19,4								
<i>№ 4. Набережная және Д. Кунаев көшелері (Журмыш)</i>									
Концентрациялардың орташамөлшері мг/кг	12,83	9,19	15,73	38,32	2,45	1,58	1,12	6,34	1579,5
$K_c$	1,8	1,1	9,8	2,3	1,0	1,4	1,0	2,1	2,0
$Z_c$	14,7								
<i>№ 5. Московская және Х. Доспанов көшелері (Москва және 11, 12 микроаудандар)</i>									
Концентрациялардың орташамөлшері мг/кг	14,49	14,44	6,95	11,26	4,44	1,89	1,23	2,32	1595,3
$K_c$	2,1	1,7	4,3	0,7	1,9	1,7	1,2	0,8	2,1
$Z_c$	8,6								

Кесте 2 жалғасы

Элементтер	Cu	Ni	Pb	Zn	Co	Cd	Mb	Cr	Fe
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>№ 6. Береговая көшесі («Оторвановка» және «ГМЗ»)</i>									
Концентрациялардың орташамөлшері мг/кг	14,08	16,39	10,32	13,26	5,63	2,63	1,59	0,00	1948,7
$K_c$	2,04	2,02	6,4	0,83	2,4	2,3	1,5	-/-	2,5
$Z_c$	13,3								
<i>№ 7. Рахат көшесі («Авиагородок» ауданы)</i>									
Концентрациялардың орташамөлшері мг/кг	19,23	14,34	28,3	24,50	4,39	1,90	1,13	0,00	1471,2
$K_c$	2,7	1,7	16,5	1,5	1,9	1,7	1,1	-/-	1,9
$Z_c$	22,2								

1) *О. Кошевой көшесі («Шанхай» және Тұрғындар қалашығы)*. Сынама алынған нүктелердегі Cr концентрациясы (11,92 мг/кг) жоғары, мұны зерттеу зонасына «Ақтөбе хром қосындылар зауыты» АҚ және «Ақтөбе ферроқорытпа зауыты» АҚ өндірістік объектілері мен қалдық сақтау полигондарының жақын орналасуымен түсіндіруге болады (сурет 3). Ластанудың қосынды көрсеткіші  $Z_c = 9,76$  ( $Z_c < 16$  — ластанудың төменгі деңгейі).



Сурет 3. Ақтөбе қаласының топырағының ауыр металдармен ластануының қосынды көрсеткіштерінің картасы

2) *Тайбеков көшесі (қалалық 1–5 микроаудандар)*. Ластанудың қосынды көрсеткіші  $Z_c = 2,7$  ( $Z_c < 16$  төменгі ластану деңгейі).

3) *М. Оспанов көшесі мен Гришина көшесі (қалалық 4–8 микроаудандар)*. Ластанудың қосынды көрсеткіші  $Z_c = 19,4$  ( $16 < Z_c < 33$  — ластанудың орташа деңгейі, қауіптілігі орташа).

4) *Набережная және Д. Қонаев көшелері (Курмыш ауданы)*. Ластанудың қосынды көрсеткіші  $Z_c = 14,7$  ( $Z_c < 16$  — төменгі деңгей).

5) *Московская және Х. Доспанов көшелері (Москва және 11, 12 микроаудандар)*. Ластанудың қосынды көрсеткіші  $Z_c = 8,6$  ( $Z_c < 16$  — төменгі деңгей).

6) *Береговая көшесі («Оторвановка» және «ГМЗ» аудандары)*. Ластанудың қосынды көрсеткіші  $Z_c = 13,3$  ( $Z_c < 16$  — ластанудың төменгі деңгейі).

7) *Рахат көшесі («Авиагородок» ауданы)*. Ластанудың қосынды көрсеткіші  $Z_c = 22,2$  ( $16 < Z_c < 33$  — орташа, қауіптілік деңгейі жоғары емес).

### Қорытынды

*О. Кошевой көшесі («Шанхай» және Тұрғындар қалашығы).* Топырақтың фондық зонасымен салыстырғанда зерттеу зонасының топырағында келесі элементтердің концентрациялары, мг/кг: Ni — 2,7, Co — 1,6, Cd — 2,5, Cr — 4,1 және Fe — 1,9 есе жоғары. Cu, Pb, Zn және Mb концентрациялары фондық деңгейде немесе аз мөлшерде ғана асады.

*Тайбеков көшесі (қалалық 1–5 микроаудандар).* Топырақ сынамаларында келесі элементтердің концентрациялары, мг/кг: Cu — 1,4, Ni — 1,6, Cd — 1,8, Cr — 1,6 есе фондық концентрация көрсеткіштерінен жоғары, ал қалған элементтердің концентрациялары фондық деңгейде.

*М. Оспанов көшесі мен Гришина көшесі (қалалық 4–8 микроаудандар).* Топырақтың фондық зонасымен салыстырғанда зерттеу зонасының топырағында келесі элементтердің концентрациялары, мг/кг: Cu — 9,9, Ni — 1,9, Pb — 6,0, Co — 2,8, Cd — 1,9, Cr — 1,4 есе жоғары, ал қалған элементтердің концентрацияларының орташа мөлшері фондық деңгейде немесе аз мөлшерде жоғары.

*Набережная және Д. Қонаев көшелері (Курмыш ауданы).* Фондық зерттеу территорияларымен салыстырғанда зерттеу аумағының топырағында келесі элементтердің концентрациялары, мг/кг: Cu — 1,8; Pb — 9,8; Zn — 2,3; Cd — 1,4; Cr — 2,1; Fe — 2,1 есе жоғары, ал қалған элементтердің орташа концентрациялары фондық деңгейден аспайды.

*Московская және Х. Доспанов көшелері (Москва және 11,12 микроаудандар).* Топырақ сынамаларында келесі элементтердің концентрациялары, мг/кг: Cu — 2,1; Ni — 1,7; Pb — 4,3; Co — 1,9; Cd — 1,7 және Fe — 2,1 есе фондық көрсеткіштерден жоғары. Zn, Mb және Cr концентрацияларының орташа мөлшері фондық көрсеткіштен аспайды.

*Береговая көшесі («Оторвановка» және «ГМЗ» аудандары).* Топырақ сынамаларында келесі элементтердің концентрациялары, мг/кг: Cu — 2,0; Ni — 2,0; Pb — 6,4; Co — 2,4; Cd — 2,3 және Fe — 2,5 есе фондық концентрация көрсеткіштерінен жоғары. Zn және Mb концентрацияларының орташа мөлшері фондық концентрация деңгейінде.

*Рахат көшесі («Авиагородок» ауданы).* Топырақ сынамаларында келесі элементтердің концентрациялары, мг/кг: Cu — 2,7; Ni — 1,7; Pb — 16,5; Zn — 1,5; Co — 1,9; Cd — 1,7 және Fe — 1,9 есе фондық концентрация көрсеткіштерінен жоғары. Топырақтағы Mb мөлшері фондық концентрация деңгейінде.

Қаладағы 4–8 микроаудандар мен «Әуе қалашығы» аудандарының топырақтарының ауыр металдармен ластану деңгейі  $Z_c = 19,4–22,2$  аралығында ( $16 < Z_c < 33$  — орташа, қауіптілік деңгейі жоғары емес), ал басқа зерттеу зоналарының топырағының ластану дәрежелері  $Z_c < 16$  төменгі ластану деңгейін көрсетті.

*Зерттеу жұмысы ҚР БҒМ Ғылым комитеті гранттық негізде қаржыландыратын «Қазақстан Республикасының Батыс өңірінің тұрғындарының элементтік статусы» «Онлайн-атласын әзірлеу» (ЖТН АР08855535) тақырыбындағы ғылыми жобаның аясында орындалды.*

### Әдебиеттер тізімі

- 1 Бойкова Т.Е. Исследование почв города Северодвинска на содержание тяжелых металлов / Т.Е. Бойкова, Т.И. Белозерова // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. — 2016. — № 4 (48). — С. 98–104.
- 2 Бечина И.Н. Накопление и перераспределение тяжелых металлов в почвах г. Новодвинска / И.Н. Бечина, Л.Ф. Попова, А.И. Васильева, Ю.С. Коробицина // Научный диалог. Естествознание. Экология. Науки о земле. — 2013. — № 3 (15). — С. 7–25.
- 3 Гревцев Н.В. Геохимические особенности почв в районах функционирования горно-металлургического комплекса / Н.В. Гревцев, Н.Ю. Антонинова, Л.А. Шубина // Изв. вузов. Горный журн. — 2015. — № 8. — С. 29–34.
- 4 Baltas H. A case study on pollution and a human health risk assessment of heavy metals in agricultural soils around Sinop province, Turkey / H. Baltas, M. Sirin, E. Gökbayrak, A.E. Ozcelik // Chemosphere. — 2020. — Vol. 241. — P. 125015. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125015>
- 5 James A. Heavy metals pollution status of the Katima Mulilo Urban open land wastewater disposal centre and the immediate vicinity / A. James, M. Percy, O.S. Ameh, C. Buggy // Cogent Environmental Science. — 2020. — Vol. 6, Iss. 1. — P. 1–9. <https://doi.org/10.1080/23311843.2020.1726093>
- 6 Берденов Ж.Г. Современное состояние и геоэкологический анализ геосистем бассейна реки Илек / Ж.Г. Берденов. — Астана: ТОО «МастерПО», 2017. — 155 с.
- 7 СанПиН 4266–87. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. — М.: Минздрав СССР, 1987. — 21 с.

8 Нормативный документ. Критерии оценки загрязнения почвы населенных мест. Приказ и.о. Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 13 августа 2021 г. № 327. Электронный ресурс. Режим доступа: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=39876611](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=39876611)

У.К. Сарсембин, Г.А. Батырова, Г.А. Умарова, Г.М. Ургушбаева, Н.Е. Айкенова

### Экологическая оценка загрязнения почвы города Актөбе тяжелыми металлами

В статье обсуждены результаты химического анализа подвижных форм химических элементов (Cu, Ni, Pb, Zn, Co, Cd, Mb, Cr, Fe) в почвах г. Актөбе. Исследованы образцы почвы с 7-и пробных площадок на территории указанного города. Определены концентрации химических элементов и проведены расчёты коэффициентов концентрации и суммарного показателя загрязнения почвы тяжелыми металлами ( $Z_c$ ). Результаты расчета показали, что уровень загрязнения почвы в 4–8 микрорайонах и в районе «Авигородок» тяжелыми металлами составляет в пределах  $Z_c = 19,4–22,2$  ( $16 < Z_c < 33$  — средний, умеренно опасный уровень), уровень загрязнения почвы других исследованных зон показал  $Z_c < 16$ , т.е. низкий уровень загрязнения.

*Ключевые слова:* почвы, загрязнение, химический анализ, тяжелые металлы, концентрация элементов, фоновое содержание, коэффициенты концентрации тяжелых металлов, суммарный показатель загрязнения почвы тяжелыми металлами.

U.K. Sarsembin, G.A. Batyrova, G.A. Umarova, G.M. Urgushbaeva, N.E. Aikenova

### Ecological assessment of soil contamination of Aktobe city with heavy metals

This article discusses the results of chemical analysis of mobile forms of chemical elements (Cu, Ni, Pb, Zn, Co, Cd, Mb, Cr, Fe) in the soils of Aktobe city. Soil samples from 7 test plots in the territory of Aktobe city are studied. The concentrations of chemical elements are determined, and the concentration coefficients and the total index of soil pollution with heavy metals ( $Z_c$ ) are calculated. The calculation results show that the level of soil pollution with heavy metals in 4–8 micro-districts and the area “Aviagorodok” is within  $Z_c = 19.4–22.2$  ( $16 < Z_c < 33$  is an average, moderately dangerous level), while in other studied zones it shows  $Z_c < 16$ , i.e. low pollution.

*Keywords:* soil, pollution, chemical analysis, heavy metals, concentration of elements, background content, concentration ratios of heavy metals, total indicator of soil pollution with heavy metals.

### References

- 1 Boikova, T.E., & Belozerova, T.I. (2016). Issledovanie pochv goroda Severodvinska na sodержanie tiazhelykh metallov [Research of the city of Severodvinsk on the content of heavy metals]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii. Regionalnoe prilozhenie — Modern high technologies. Regional application*, 4 (48); 98–104 [in Russian].
- 2 Bechina, I.N., Popova, L.P., Vasileva, A.I., & Korobitsina, Yu.S. (2013). Nakoplenie i pereraspredelenie tiazhelykh metallov v pochvakh g. Novodvinska [Accumulation and distribution of heavy metals in Novodvinsk soils]. *Nauchnyi dialog. Estestvoznaniye. Ekologiya. Nauki o Zemle — Scientific dialog. Natural science. Ecology. Earth science*, 3 (15); 7–25 [in Russian].
- 3 Grevtsev, N.V., Antoninova, N.Yu., & Shubina, L.A. (2015). Geokhimicheskie osobennosti pochv v raionakh funktsionirovaniia gorno-metallurgicheskogo kompleksa [Geochemical features of soils in the areas of mining-metallurgical complex operation]. *Izvestiia vuzov. Gornyi zhurnal — News of the Higher Institutions. Mining Journal*, 8; 29–34 [in Russian].
- 4 Baltas, H., Sirin, M., Gökbayrak, E., & Ozcelik, A.E. (2020). A case study on pollution and a human health risk assessment of heavy metals in agricultural soils around Sinop province, Turkey. *Chemosphere*, 241; 125015. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125015>
- 5 James, A., Percy, M., Ameh, O.S., & Buggy, C. (2020). Heavy metals pollution status of the Katima Mulilo Urban open land wastewater disposal centre and the immediate vicinity. *Cogent Environmental Science*, 6 (1); 1–9. <https://doi.org/10.1080/23311843.2020.1726093>
- 6 Berdenov, Zh.G. (2017). *Sovremennoe sostoianie i geokologicheskii analiz geosistem basseina reki Ilek [Current state and geoecological analysis of geosystems in the Ilek river basin]*. Astana: MasterPO [in Russian].
- 7 SanPiN 4266–87 (1987). *Metodicheskie ukazaniia po otsenke stepeni opasnosti zagriazneniia pochvy khimicheskimi veshchestvami [Guidelines for assessing the degree of danger of soil contamination by chemical substances]*. Moscow: Minzdrav USSR [in Russian].

8 (2021). *Normativnyi dokument. Kriterii otsenki zagriazneniia pochvy naseleennykh mest. Prikaz i.o. Ministra ekologii, geologii i prirodnykh resursov Respubliki Kazakhstan ot 13 avgusta 2021 goda N 327* [Regulatory document. Criteria for assessing soil pollution in populated areas. Order of the Acting Minister of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan of August 13, 2021 No. 327]. Retrieved from [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=39876611](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=39876611) [in Russian].

Букеетов университет