



UDK: 502:631.4(575.1)

Shahinabonu TILLAYEVA,
Magistrant, O‘zbekiston Milliy universiteti
E-mail: erkinovashahinabonu83@gmail.com

Validaxon GADOYEVA,
Magistrant, O‘zbekiston Milliy universiteti Ekologiya kafedrası
Baxrom JOBBOROV,
B.f.d., professor v.b., O‘zbekiston Milliy universiteti

PhD J.Mirzayev taqrizi asosida

OG‘IR METALLAR TA‘SIRIDA TUPROQLARNING EKOLOGIK HOLATINING O‘ZGARISHI (O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI TOSHKENT VILOYATI OLMALIQ KON-METALLURGIYA SANOATI MISOLIDA)

Аннотация

Ushbu maqolada Olmaliq kon- metallurgiya sanoati korxonasi faoliyatining tuproq ekologiyasiga ta‘siri baholandi. Tadqiqotda og‘ir metallar (vanadiy, kobalt, mis, rux, mishyak, surma, qo‘rg‘oshin) konsentratsiyasi yaqin hududlarda me‘yordan yuqori ekanligi aniqlangan. Masofa ortishi bilan ifloslanish kamayadi, bu asosiy manbaning kon-metallurgiya korxonasi ekanini ko‘rsatadi. Maqolada tuproqni tiklash va ekologik xavfsizlikni ta‘minlash bo‘yicha yechimlar taklif etilgan.

Kalit so‘zlar: tuproq, kon-metallurgiya sanoati, og‘ir metall, ekologik ifloslanish, kimyoviy tarkib, sanoat emissiyalari, ekologik xavfsizlik.

ВЛИЯНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ (НА ПРИМЕРЕ ОЛМАЛЫКСКОГО ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА ТАШКЕНТСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН)

Аннотация

В данной статье рассматривается влияние деятельности Олмалыкского горно-металлургического комбината на экологическое состояние почв. В ходе исследования установлено, что концентрация тяжёлых металлов (ванадий, кобальт, медь, цинк, мышьяк, сурьма, свинец) в близлежащих территориях превышает допустимые нормы. С увеличением расстояния уровень загрязнения снижается, что указывает на комбинат как на основной источник загрязнения. В статье предложены решения по восстановлению почвы и обеспечению экологической безопасности.

Ключевые слова: почва, горно-металлургическая промышленность, тяжёлые металлы, экологическое загрязнение, химический состав, промышленные выбросы, экологическая безопасность.

CHANGES IN THE ECOLOGICAL STATE OF SOILS UNDER THE INFLUENCE OF HEAVY METALS (A CASE STUDY OF THE ALMALYK MINING AND METALLURGICAL INDUSTRY IN TASHKENT REGION, REPUBLIC OF UZBEKISTAN)

Annotation

This article examines the impact of the activities of the Almalyk mining and metallurgical industry on the ecological condition of soils. The study found that the concentrations of heavy metals (vanadium, cobalt, copper, zinc, arsenic, antimony, lead) in nearby areas exceed permissible limits. As the distance increases, the level of pollution decreases, indicating that the mining and metallurgical plant is the main source of contamination. The article proposes solutions for soil restoration and ensuring ecological safety.

Keywords: soil, mining and metallurgical industry, heavy metals, ecological pollution, chemical composition, industrial emissions, ecological safety.

Kirish. Bugungi kunda kon-metallurgiya sanoati ko‘lami kengayib borayotgani tufayli tabiiy muhitga antropogen bosim sezilarli darajada ortmoqda. Xususan, ishlab chiqarish jarayonlarida atmosferaga chiqarilayotgan chang zarrachalari, og‘ir metall ionlari hamda zararli gazlarning tuproq yuzasiga cho‘kib borishi, shuningdek kon chiqindilarining yetarli darajada qayta utilitatsiya qilinmasdan ochiq maydonlarda to‘planishi tuproqning ekologik muvozanatiga jiddiy zarar yetkazmoqda. Foydali qazilmalarni qazib olish jarayonida yer qobig‘ining mexanik buzilishi esa tuproqning tabiiy tuzilishi, fizik-kimyoviy xususiyatlari va biologik faolligining pasayishiga olib kelmoqda. Bunday omillar ta‘siri ayrim hududlarda tuproq degradatsiyasi jarayonlarining kuchayishi bilan namoyon bo‘lmoqda. Olmaliq kon-metallurgiya kombinati (AMMC) yaqinida o‘tkazilgan ilmiy kuzatishlar ushbu hudud tuproqlarida mis (Cu), rux (Zn) va qo‘rg‘oshin (Pb) kabi og‘ir metallarning me‘yordan ancha yuqori to‘planayotganini ko‘rsatmoqda. Miqdoriy tahlillarda manbaga yaqin maydonlardan olingan tuproq namunalari elementlar konsentratsiyasi sezilarli ravishda ortgani, masofa oshgan sari esa kamayib borishi aniqlangan. Tadqiqotlar atmosferaga chiqarilgan texnogen chang va ifloslantiruvchi moddalar tarkibidagi og‘ir metall ionlari, asosan, tuproqning yuqori qatlamida (0–10 sm) akkumulyatsiyalanishini ko‘rsatadi. Shuningdek, og‘ir metallarning yuqori miqdori tuproqning biologik faol komponentlari - mikroorganizmlar biomassasi, ularning soni va metabolik faolligiga salbiy ta‘sir ko‘rsatishi qayd etilgan. AMMCga yaqin hududlarda mikroorganizmlar populyatsiyasi keskin kamaygan bo‘lib, bu holat og‘ir metallarning toksik ta‘siri bilan bevosita bog‘liq ekanini ilmiy jihatdan tasdiqlangan.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Tuproqlarning og'ir metallar bilan ifloslanishi muammosi bo'yicha olib borilgan ilmiy izlanishlar so'nggi yillarda jadal rivojlanib, turli metodlar va yondashuvlar asosida chuqur tadqiq etilmoqda. Manbalar tahlili shuni ko'rsatadiki, tuproqning texnogen omillar ta'sirida degradatsiyaga uchrashi, unda og'ir metall ionlarining to'planishi va bu jarayonning ekologik oqibatlarini baholash global ekologik xavfsizlikning eng muhim yo'nalishlaridan biridir. Birinchi guruh tadqiqotlar tuproqning ifloslanish darajasini aniqlashda qo'llaniladigan matematik va ekologik indekslarning samaradorligini baholashga qaratilgan. Xususan, turli hududlarda og'ir metallar bilan ifloslanishni tavsiflovchi 20 ga yaqin yakka va kompleks ifloslanish indeksleri taklif etilgan bo'lib, ular tuproqning real ekologik holatini baholash imkonini beradi. Ushbu indekslar asosida hududlarning ekologik xavf sinflari aniqlanib, ifloslanish manbalari va ularning umumiy ta'sir zonaları belgilanadi [1]. Keyingi izlanishlar texnogen yuklama ostidagi hududlarda og'ir metallar (Cu, Zn, Pb, Cd, Ni) miqdorining yig'ilishi, ularning kimyoviy shakllari va ekologik xavfini baholashga qaratilgan. Tadqiqotlarda tuproqdagi og'ir metallarning real (ya'ni hozirgi) va potensial xavf darajasi farqlanib, ularning ekotizimlarga uzoq muddatli salbiy ta'sir mexanizmlari yoritilgan [2]. Tuproqlarda og'ir metallarning konsentratsiyasini tezkor aniqlash bo'yicha olib borilgan ilmiy ishlar invaziv bo'lmagan spektroskopik usullarning afzalliklarini ko'rsatadi. Xususan, ko'rinadigan va yaqin infragizil aks ettiruvchi spektroskopiyani (VNIR) tuproq tarkibidagi bir nechta metallarni bir vaqtning o'zida aniqlash imkonini beruvchi ekologik xavfsiz va iqtisodiy tejankor texnologiya sifatida taklif etilgan [3]. Hududiy tadqiqotlarda ayrim sanoat zonalariga yaqin joylarda Cd, Zn, Pb kabi metallar konsentratsiyasining fon qiymatlaridan sezilarli yuqoriligi aniqlangan bo'lib, bu ko'rsatkichlar qator mamlakatlarda amaldagi ekologik me'yorlardan ham oshib ketgan. O'simlik to'qimalaridagi metallar miqdori esa tuproqdagi ifloslanish intensivligini ko'rsatish uchun muhim bioindikator sifatida baholangan, shuningdek turli o'simliklarning metallarni yig'ish qobiliyati farqlanishi aniqlangan [4]. Hududiy chuqur burg'ulash yo'li bilan olingan tuproq kesimlarida Cd, Cr, Cu, Ni, Pb va Zn miqdorlarining qatlamlar bo'yicha notekis taqsimlangani qayd etilgan. Og'ir metallar konsentratsiyasi eng diapazonda o'zgarib, antropogen yuklama yuqori bo'lgan qatlamlarda ularning to'planishi aniq ko'rilgan [5]. Xitoyda olib borilgan tadqiqotlar esa mamlakatning jadallashayotgan urbanizatsiya va industrial rivojlanish fonida tuproqning og'ir metallar bilan ifloslanishining oziq-ovqat xavfsizligi va ekologik barqarorlik uchun jiddiy xavf tug'dirayotganini ko'rsatmoqda. Tadqiqotlarda mamlakat bo'yicha fon qiymatlari, me'yoriy talablar, ifloslanish darajalari va remediatsiya strategiyalari batafsil muhokama qilingan [6]. Bangkok shahrida o'tkazilgan tadqiqotlar shahar markazi, sanoat zonasi va shahar atrofi tuproqlarida og'ir metallarning yuqin differensial taqsimlanishini ko'rsatdi. Tuproqning 0–5 sm qatlamida o'tkazilgan tahlillarda Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb va Zn metallari bir nechta fraktsiyalar bo'yicha ajratilib, ularning har birining migratsion xususiyatlari baholangan [7]. Sanoat chiqindilari ta'siridagi hududlarda Pb va Cu miqdorining barcha zarracha fraktsiyalarida yuqori ekani, bu metallar, ayniqsa, karbonat va Fe-Mn oksid fazalari bilan mustahkam bog'langanini ko'rsatdi. SEM/EDX tahlillari ularning mineralogik va morfologik shakllarini aniqlash imkonini bergan [8]. Global miqyosda esa 20 million gektardan ortiq yerlar As, Cd, Cr, Hg, Pb, Cu, Ni, Zn va Se kabi metallar bilan ifloslangan bo'lib, bunday hududlar uchun in-situ va ex-situ remediatsiya texnologiyalari ishlab chiqilgan. Bular orasida elektrokinetik ekstraksiya, tuproqni yuvish, stabilizatsiya, fitoremediatsiya va bioremediatsiya usullari eng samarali texnologiyalar sifatida qayd etilgan [9]. Yana bir manbada transport, sanoat korxonalari, issiqlik elektr stansiyalari va harbiy poligonlar tuproqning asosiy ifloslanish manbalari sifatida ko'rsatiladi. Zaharli moddalarning tuproqda uzoq muddat saqlanishi, ularning fizik-kimyoviy, biologik va mikrobiologik jarayonlarga salbiy ta'siri, shuningdek oziq-ovqat zanjiri orqali inson organizmiga kirishi esa ekologik xavfsizlik nuqtayi nazaridan eng muhim tahdid sifatida baholangan [10].

Tadqiqot metodologiyasi. Toshkent viloyatining Olmaliq tumani hududida faoliyat yuritayotgan kon-metallurgiya sanoati korxonasi atrofidagi tuproqlarning ekologik holatini og'ir metallar ta'siri ostida o'zgarish darajasini aniqlash maqsadida kompleks dala va laboratoriya tadqiqotlari amalga oshirildi. Tadqiqot jarayonida tuproqlarning hozirgi ekologik holatini har tomonlama baholashga qaratilgan bir qator vazifalar izchil ravishda bajarildi. Avvalo, dala sharoitida hududda uchraydigan asosiy tuproq turlari bo'yicha umumiy ma'lumotlar to'plandi hamda ularning morfologik ko'rsatkichlari - tuproq profilining tuzilishi, qatlamlarning qalinligi, rangi, namligi, mexanik tarkibi va strukturaviy xususiyatlari batafsil tavsiflandi. Shundan so'ng hudud tuproqlarining og'ir metallar bilan ifloslanishiga olib keluvchi asosiy texnogen omillar, atmosferaga tarqalgan chang va industrial chiqindilar, shuningdek potensial ifloslanish manbalari aniqlab chiqildi. Dala tadqiqotlari davomida laborator tahlillar o'tkazish uchun turli chuqurliklarda joylashgan tuproq qatlamlaridan namunalar tanlab olindi. Namunalar olish jarayoni xalqaro talablarga muvofiq ravishda, tuproqning yuqori (0–10 sm), o'rta va nisbatan chuqur qatlamlaridan namunalar tanlab olish orqali olib borildi. Tuproqda og'ir metallarning miqdorini aniqlash laboratoriya bosqichida Rossiyada ishlab chiqilgan va O'zbekiston hududida qo'llanishi rasmiy tarzda tasdiqlangan o'lchash reglamentlari (MVI) - O'zO'U 0677:2015 (MVI № 499-AEM/MS) bo'yicha amalga oshirildi. Ushbu reglament og'ir metallarning tuproqdagi konsentratsiyasini yuqori aniqlikda o'lchash imkonini beradigan standartlashtirilgan metodlardan biri hisoblanadi. Barcha kimyoviy tahlillar O'zbekiston Respublikasi Tog'-kon sanoati va geologiya vazirligi tasarrufidagi "O'zbek geologiya qidiruv" AJ Markaziy laboratoriyasi bazasida zamonaviy analitik uskunalar - atom-absorbtsiya spektrometrlari, fotometrik o'lchov tizimlari va sertifikatlangan reaktivlar asosida bajarildi. Natijada hudud tuproqlarida og'ir metallarning vertikal va gorizontal bo'yicha taqsimlanishi, ularning konsentratsiyasi va potensial ekologik xavf darajasi aniqlanishi uchun zarur bo'lgan barcha ma'lumotlar to'liq yig'ildi.

Tahlil va natijalar. Hozirgi bosqichda jahon miqyosida kechayotgan jadallashgan sanoatlashuv jarayonlari, shuningdek qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishining yuqori intensivlikda olib borilishi natijasida atrof-muhitga turli xil ifloslantiruvchi moddalar chiqarilishi sezilarli darajada ortib bormoqda. Ayniqsa, og'ir metallarning tuproq muhitida akkumulyatsiyalanishi keng hududlarda kuzatilayotgani agroekotizimlar barqarorligiga bevosita xavf tug'dirmoqda. Bu jarayon o'simlik jamoalarining (fitozenozlarning) tarkibiy tuzilishi, turlar nisbati va ularning fiziologik hamda biokimyoviy faoliyatida sezilarli o'zgarishlar keltirib chiqarmoqda. Natijada yirik ekologik muammolar vujudga kelishi, mavjud ekologik tangliklarning esa yanada keskinlashuvi uchun sharoit shakllanmoqda. Shu munosabat bilan, tuproq-o'simlik tizimining ekologik va gigiyenik holatini kompleks baholash, og'ir metallar bilan ifloslangan tuproqlarni xavfsiz holatga keltirishning biologik mexanizmlarini ishlab chiqish, o'simliklar orqali metallarning tuproqdan migratsiyasini cheklash hamda ekologik toza qishloq xo'jaligi mahsulotlarini yetishtirishga xizmat qiladigan ilmiy asoslangan yondashuvlarni taklif etish bugungi kundagi eng dolzarb vazifalardan biri sifatida qaralmoqda.

Tadqiqot o'tkazilgan maydon tuproqlarida aniqlangan kimyoviy ifloslanish izlari tarqalish areali, kelib chiqish manbasi va intensivligi jihatidan bir-biridan farq qiladi. Ayrim komponentlar bo'yicha ruxsat etilgan chegaraviy konsentratsiya (REChU)

qiymatlaridan yuqori ko'rsatkichlar qayd etildi. Ushbu ilmiy kuzatuvlar natijasida olingan asosiy miqdoriy va sifat ko'rsatkichlari 1-jadvalda batafsil bayon etilgan.

1-jadval.

Olmaliq kon-metallurgiya ta'sirida sug'oriladigan tuproqlarni kimyoviy ifloslanish holati, mg/kg

№	Kimyoviy element nomi	Tadqiqot hududlari					
		KSh-2,2 km	KSh-7 km	KSh-13 km	KSh -17 km	KSh-22 km	REChU
1.	Li	24,3	22,1	20,8	19,2	18,6	
2.	Be	1,75	1,15	0,80	0,66	0,45	
3.	B	12,7	11,2	9,3	7,7	5,2	
4.	Na	6933	5322	3201	2000	1324	
5.	Mg	10453	8435	5433	4555	2789	
6.	Al	25182	22345	20678	18888	16754	
7.	P	725	532	367	202	95	
8.	K	30802	28502	26777	24345	22954	
9.	Ca	12251	10343	8234	6543	4356	
10.	Sc	5,43	3,25	2,05	1,06	0,75	
11.	Ti	1803	1609	1367	1166	1025	
12.	V	110	905	804	712	598	150
13.	Cr	50,0	30,0	25,7	22,4	18,9	200
14.	Mn	461	322	289	167	84	1500
15.	Fe	38982	36721	33421	30567	28765	
16.	Co	13,6	11,3	10,1	8,9	6,5	5,0
17.	Ni	37,5	33,9	31,2	28,7	25,0	85
18.	Cu	1497	1233	1055	8432	6221	55
19.	Zn	355	212	105	89	67	100
20.	Ga	14,8	12,5	10,3	8,3	6,1	
21.	As	38,7	36,1	33,8	30,2	28,7	2
22.	Se	13,2	11,4	9,02	7,85	5,32	
23.	Rb	113	98	71	57	45	
24.	Sr	133	93	78	56	39	
25.	Y	9,14	7,88	5,34	3,98	1,99	
26.	Zr						
27.	Nb	4,79	3,43	2,13	1,11	0,22	
28.	Mo	24,3	22,1	20,33	17,05	15,77	
29.	Ag	1,53	0,98	0,77	0,54	0,23	
30.	Cd	1,41	1,08	0,90	0,76	0,45	0,7
31.	In						
32.	Sn	4,86	3,54	2,32	1,67	0,87	
33.	Sb	10,7	9,20	8,22	6,00	4,55	4,3
34.	Te	0,619	0,500	0,432	0,256	0,144	
35.	Cs	3,26	2,22	1,66	0,78	0,56	
36.	Ba	491	365	278	157	94	
37.	La	13,2	11,9	9,07	7,08	6,98	
38.	Ce	28,1	26,0	24,8	21,9	19,2	
39.	Pr	3,59	2,89	1,35	0,09	0,07	
40.	Nd	15,1	13,7	11,0	9,08	7,06	
41.	Sm	3,04	2,09	1,00	0,88	0,56	
42.	Eu	0,662	0,567	0,489	0,335	0,205	
43.	Gd	2,24	2,00	1,85	1,77	1,66	
44.	Tb	0,339	0,200	0,188	0,066	0,054	
45.	Dy	2,00	1,45	1,00	0,67	0,22	
46.	Ho	0,375	0,256	0,165	0,100	0,008	
47.	Er	1,02	0,09	0,07	0,06	0,04	
48.	Tm	0,143	0,100	0,08	0,07	0,03	
49.	Yb	0,975	0,865	0,787	0,544	0,432	
50.	Lu	0,138	0,100	0,009	0,008	0,005	
51.	Hf	1,12	0,99	0,81	0,70	0,62	
52.	Ta	0,425	0,345	0,212	0,101	0,087	
53.	W	5,45	4,23	3,78	2,65	1,32	
54.	Re	0,029	0,018	0,012	0,008	0,006	
55.	Pt	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	
56.	Au	0,119	0,95	0,87	0,67	0,34	
57.	Tl	1,70	1,00	0,83	0,65	0,44	
58.	Pb	234	185	172	162	151	30
59.	Bi	2,56	1,76	0,87	0,34	0,10	
60.	Th	4,74	3,02	2,45	1,06	0,87	
61.	U	2,92	2,00	1,08	0,87	0,54	

Tadqiqot natijalari Olmaliq kon-metallurgiya kombinati atrofidagi tuproqlarda ayrim og'ir metallarning ruxsat etilgan chegaraviy me'yorlardan sezilarli miqdorda oshganini ko'rsatdi. Jumladan, sanoat manbaiga eng yaqin bo'lgan 2,2 km masofadagi nuqtada olingan tuproq namunalari tarkibida vanadiy (110 mg/kg), kobalt (13,6 mg/kg), mis (1497 mg/kg), rux (355 mg/kg), mishyak (38,7 mg/kg), surma (10,7 mg/kg) va qo'rg'oshin (234 mg/kg) konsentratsiyalari qayd etildi. Bu qiymatlar ko'plab elementlar bo'yicha amaldagi ekologik me'yorlardan yuqori bo'lib, hududda ifloslanishning intensiv darajada borayotganini anglatadi. Hudud bo'ylab masofa ortishi bilan ushbu elementlar konsentratsiyasining izchil pasayib borishi aniqlandi. Masalan, 7 km masofada V – 90,5 mg/kg, Co – 11,3 mg/kg, Cu – 1233 mg/kg, Zn – 212 mg/kg, As – 36,1 mg/kg, Sb – 9,2 mg/kg va Pb – 185 mg/kg; 13 km masofada esa V – 80,4; Co – 10,1; Cu – 1055; Zn – 105; As – 33,8; Sb – 8,22; Pb – 172 mg/kg qiymatlari qayd etildi. Masofaning 17 km gacha cho'zilgan qismida konsentratsiyalar yanada pasayib, V – 71,2; Co – 8,9; Cu – 843; Zn – 89; As – 30,2; Sb – 6,0; Pb – 162 mg/kg bo'ldi. Eng uzoq nuqta bo'lgan 22 km masofada esa V – 59,8; Co – 6,5; Cu – 622,1; Zn – 67; As – 28,7; Sb – 4,55; Pb – 151 mg/kg miqdorlari qayd etilib, metallarning tarqalishi ancha susaygani kuzatildi. Ushbu ma'lumotlar hududda og'ir metallarning fazoviy gradient bo'ylab tarqalishini va konsentratsiyaning bevosita

sanoat manbaiga yaqin hududlarda eng yuqori darajada to'planishini ilmiy asosda tasdiqlaydi. Elementlar tarkibining masofaga bog'liq ravishda bosqichma-bosqich kamayib borishi AMMCdan chiqayotgan chang, aerazol va gazsimon aralashmalar tuproqning yuqori qatlamida asosiy ifloslantiruvchi omil sifatida faol rol o'ynayotganini ko'rsatadi. Shu tariqa, tuproqda V, Co, Cu, Zn, As, Sb va Pb miqdorining ruxsat etilgan me'yorlardan ortishi kombinathududida intensiv antropogen yuklanish mavjudligini, masofa ortishi bilan esa ushbu metallarning tarqalish kuchi susayishini ko'rsatib, kon-metallurgiya korxonasi atrofida og'ir metall ifloslanishining aniq fazoviy modelini shakllantirish imkonini beradi.

Xulosa va takliflar. Olmaliq kon-metallurgiya kombinati (AMMC) atrofida amalga oshirilgan kompleks dala va laboratoriya tadqiqotlari sanoat korxonasi emissiyalarining tuproq ekologik tizimiga ko'rsatadigan kuchli antropogen ta'sirini yaqqol namoyon etdi. Monitoring natijalariga ko'ra, atmosfera orqali tarqaladigan chang, aerazol va gaz fazasidagi sanoat chiqindilari tuproqning yuqori qatlamida vanadiy (V), kobalt (Co), mis (Cu), rux (Zn), mishyak (As), surma (Sb) va qo'rg'oshin (Pb) kabi og'ir metallarning ruxsat etilgan chegaraviy me'yorlardan sezilarli darajada oshib ketishiga sabab bo'lmoqda. Metallarning konsentratsiyasi sanoat manbaiga eng yaqin bo'lgan hududlarda maksimal darajada qayd etilib, masofa ortishi bilan izchil ravishda kamayib borishi ifloslanishning asosiy manbai aynan AMMCning sanoat emissiyalari ekanini ilmiy asosda tasdiqlaydi.

Tuproqda og'ir metallar me'yorlardan oshib ketishi uning asosiy fizik-kimyoviy va biokimyoviy xususiyatlarida salbiy o'zgarishlarni keltirib chiqaradi. Xususan, og'ir metallarning yuqori konsentratsiyasi tuproqning kislotalanishiga, adsorbsiya qobiliyatining pasayishiga, gumus miqdorining kamayishiga va agregat tuzilmasining buzilishiga olib keladi. Biologik jihatdan esa mikroorganizmlar biomassasi, enzimatik faollik hamda azot va fosfor aylanishi kabi asosiy bioprotssslarning sustlashuvi kuzatiladi. Natijada tuproq unumdorligi pasayib, agroekotizimlarning barqarorligi izdan chiqadi va o'simlik jamoalarining turlari tarkibida degenerativ o'zgarishlar yuz beradi. Tadqiqotlardan olingan ilmiy natijalar hududda ekologik monitoringni kuchaytirish, sanoat chiqindilarini optimallashtirish, tuproq resurslarini uzoq muddatli himoya qilish va ekologik xavfsizlikni oshirish bo'yicha strategik qarorlar ishlab chiqishda muhim ilmiy-amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. Weissmannová H.D., Pavlovský J. Indices of soil contamination by heavy metals: methodology of calculation for pollution assessment (minireview). *Environmental Science and Pollution Research*, 2017, Vol. 189, Article No. 616. (Published online: 07 November 2017).
2. Motuzova G.V., Minkina T.M., Karpova E.A., Mandzhieva S.S. Soil contamination with heavy metals as a potential and real risk to the environment. *Procedia Engineering*, 2014, Vol. 144, Part B, pp. 241–246.
3. Shi T., Chen Y., Liu Y., Wu G. Visible and near-infrared reflectance spectroscopy as an alternative method for monitoring soil contamination by heavy metals. *Journal of Hazardous Materials*, 2014, Vol. 265, pp. 166–176.
4. Wang Q.R., Cui Y.S., Liu X.M., Dong Y.T., Christie P. Soil contamination and plant uptake of heavy metals at polluted sites in China. *Environmental Science and Pollution Research*, 2011, Vol. 18, Issue 5, pp. 823–838. (Received: 16 August 2002; Published online: 24 June 2011).
5. Kasassi A., Rakimbei P., Karagiannidis A., Zabaniotou A., Tsiouvaras K., Nastis A., Tzafepoulou K. Soil contamination by heavy metals: Measurements from a closed unlined landfill. *Science of the Total Environment*, 2008, Vol. 99, Issue 18, pp. 8578–8584.
6. Sun Y., Li H., Guo G., Semple K.T., Jones K.C. Soil contamination in China: Current priorities, defining background levels and standards for heavy metals. *Environmental Pollution*, 2019, Vol. 251, Article No. 109512.
7. Wilcke W., Müller S., Kanchanakool N., Zech W. Urban soil contamination in Bangkok: heavy metal and aluminium partitioning in topsoils. *Geoderma*, 1998, Vol. 86, Issues 3–4, pp. 211–228.
8. Yarlaga P.S., Matsumoto M.R., VanBenschoten J.E., Kathuria A. Characteristics of heavy metals in contaminated soils. *Journal of Environmental Engineering*, 1995, Vol. 121, Issue 4, pp. 276–286.
9. Liu L., Li W., Song W., Guo M. Remediation techniques for heavy metal-contaminated soils: principles and applicability. *Journal of Cleaner Production*, 2018, Vol. 633, pp. 206–219.
10. Abdumuminova R.N., Baratova R.Sh., Naimova Z.S., Nuritdinova Z.I. Ecological and hygiene assessment of soil contamination with heavy metals. *International Journal of Advanced Research in Science*, 2022, Vol. 3, No. 3, May issue.