



UDK:550.4 550.84 504.75

Nosir SHUKUROV,

H.M. Abdullayev nomidagi Geologiya va geofizika instituti Geokimyolaboratoriyasi boshlig'i, PhD

E-mail: nosirsh@yahoo.com

Anzor MAHAMMATOV,

O'zbekiston Milliy universiteti tayanch doktoranti

PhD N.Soatov taqrizi asosida

TOG'-KON SANOAT CHIQINDILARINING ATROF-MUHITGA TA'SIRINI MONITORING QILISH (ANGREN OLTIN BOYITISH ZAVODI CHIQINDILARI MISOLIDA)

Annotatsiya

Ushbu maqolada texnogen chiqindilarning atrof-muhitga ta'sirini monitoring qilish masalalari ko'rib chiqilgan. Tadqiqot doirasida Angren oltin boyitish zavodi chiqindilarining tarkibidagi og'ir metallar ta'sirida o'simlik va tuproqning ifloslanish darajasi baholandi. Bioindikatsiya usuli yordamida ekologik monitoring o'tkazilib, fitoremediatsiya orqali og'ir metallarning biogeokimyoviy aylanishga ta'siri o'rganildi. Zavod faoliyatidan kelib chiqadigan ekologik xavflarni kamaytirish bo'yicha ilmiy asoslangan takliflar ishlab chiqildi.

Kalit so'zlari: texnogen chiqindilar, monitoring, ekologik xavf, atrof-muhit, biogeokimyoviy sikl, og'ir metallar, kimyoviy ifloslanish, margumush (As), selen (Se)

МОНИТОРИНГ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТХОДОВ ГОРНО-ДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ (НА ПРИМЕРЕ ОТХОДОВ АНГРЕНСКОЙ ФАБРИКИ ОБОГАЩЕНИЯ ЗОЛОТА)

Аннотация

В данной статье рассматриваются вопросы мониторинга воздействия техногенных отходов на окружающую среду. В рамках исследования была оценена степень загрязнения почвы и растений тяжелыми металлами, содержащимися в отходах Ангренской золотообогатительной фабрики. Экологический мониторинг проводился с использованием метода биоиндикации, а воздействие тяжелых металлов на биогеохимический цикл изучалось с помощью фиторемедиации. Разработаны научно обоснованные рекомендации по снижению экологических рисков, связанных с деятельностью предприятия.

Ключевые слова: техногенные отходы, мониторинг, экологический риск, окружающая среда, биогеохимический цикл, тяжелые металлы, химическое загрязнение, мышьяк (As), селен (Se).

MONITORING THE IMPACT OF MINING INDUSTRY WASTE ON THE ENVIRONMENT (A CASE STUDY OF WASTE FROM THE ANGREM GOLD PROCESSING PLANT)

Annotation

This article discusses the monitoring of the environmental impact of industrial waste. The study evaluates soil and plant contamination caused by heavy metals from the waste of the Angren gold processing plant. Environmental monitoring was carried out using the bioindication method, and the effect of heavy metals on the biogeochemical cycle was analyzed through phytoremediation. Scientific recommendations were proposed to reduce the environmental risks of the plant's activities.

Key words: technogenic waste, monitoring, environmental risk, environment, biogeochemical cycle, heavy metals, chemical pollution, arsenic (As) selenium (Se)

Kirish. Hozirgi kunda sayyoramizda, ayniqsa, yurtimizda sanoat ishlab chiqarishining rivojlanishi natijasida foydali qazilma konlaridan maksimal darajada foydalanishga bo'lgan talab ortib bormoqda. Buning natijasida texnogen chiqindilar miqdori ortib bormoqda va ular tarkibidagi toksik elementlar atrof-dagi ekotizimlarga zarar yetkazmoqda. Shu sababli, tog'-kon sanoati chiqindilarining atrof-muhitga ta'sirini ilmiy asosda baholash, ularning tarkibini o'rganish va monitoring qilish **dolzarb** masalalardan biri hisoblanadi. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyev o'zining ma'ruzalarida atrof-muhitni muhofaza qilish va ekologik xavfsizlikni ta'minlash bo'yicha qator muhim tashabbuslarni ilgari surgan. Jumladan, "Yashil makon" umummilliy loyihasi va "2030-yilgacha mo'ljallangan O'zbekistonning yashil iqtisodiyoti strategiyasi"da sanoat chiqindilarining kamaytirilishi va ekologik muhitni yaxshilash bo'yicha muhim vazifalar belgilangan[1].

Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi – sanoat chiqindilari tarkibidagi zararli moddalarning tuproq sifatiga ta'sirini baholash va atrof-muhitga salbiy ta'sirini kamaytirish usullarini o'rganishdan iborat. Ushbu maqsadni amalga oshirishda quyidagi vazifalar belgilab olindi va tadqiqot jarayonida o'z yechimini topdi:

1)Tadqiqot hududida kimyoviy elementlarning tarqalishi va to'planishini aniqlash. 2)Texnogen ta'sirni kamaytirish bo'yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqish.

Mazkur maqolaning tadqiqot obyekti Angren oltin boyitish zavodining texnogen chiqindilari hisoblanadi. Ushbu maqolada tadqiqotning predmeti sifatida Angren oltin boyitish zavodi chiqindilarining tarkibi va ularning atrof-muhitga, jumladan tuproq va o'simlik ekotizimlariga ta'siri o'rganiladi.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Dunyo miqyosida texnogen chiqindilar tarkibidagi og'ir metallarni o'rganish bo'yicha ko'plab fundamental tadqiqotlar olib borilgan. Ushbu sohada yetakchi olimlar va ilmiy markazlar tomonidan texnogenez jarayonlari natijasida hosil bo'ladigan chiqindilarning ekologik va geokimyoviy xususiyatlari chuqur tahlil qilingan.

Atrof muhitning og'ir metallar bilan ifloslanishini o'rganish XIX asr oxiriga borib taqaladi. Nriagu (1996) tadqiqotlariga ko'ra, tarixiy davrlardan boshlab tog'-kon sanoati natijasida mis, qo'rg'oshin va simob kabi metallarning hududda tarqalishi natijasida havo va tuproqning ushbu elementlar bilan ifloslanishini kuzatgan [2]. XX asrga kelib, tog'-kon chiqindilarining toksikligi bo'yicha aniq ilmiy tadqiqotlar yo'lga qo'yilgan. Amerikalik olim Adriano (1986) kon chiqindilarida og'ir metallar miqdorining yuqoriligi va ularning biologik tizimlarga ta'sirini [3], keyinchalik, polshalik olimlar Kabata va Genri Pendiasslar (2001) og'ir metallar tuproqda qanday harakatlanishi va ularning bioakkumulyatsiya xususiyatlarini o'rgangan [4]. Respublikamizda atrof-muhitning og'ir metallar bilan ifloslanish jarayonlari, ayniqsa, ilmiy tadqiqot obyekti sifatida olingan hudud geotizimlari, geokimyoviy sharoiti va boshqa xususiyatlari Y.A.Skvorsov (1964), Sh.X.Abdullaev (1985), A.A.Rafiqov (1988), N.G.Mavlonov (1989), Sh.S.Zokirov (1972), N.E.Shukurov (1999-2023) [5], M.M.Miraslanov, M.M.Zakirov (2003), Z.A.Amanbaeva (2004), A.N.Nuradilov (2004), Sh.R.Shukurov (2011) [5], E.A.D-Barkovskaya (2008), A.Z.Umarov (2008), Sh.M.Sharipov (2011, 2022), M.A.Petrov (2021), F.F.Fayziev (2022) va boshqalar tomonidan o'rganilgan.

Biroq, yuqorida qayd etilgan izlanishlarda Angren OBF hududi texnogen chiqindilari tarkibidagi og'ir metallarning atrof-muhit bilan o'zaro aloqasi alohida tadqiqot obyekti sifatida ko'rib chiqilmagan. Mazkur tadqiqot esa aynan ushbu muammoni yoritishga qaratilgan bo'lib, texnogen chiqindilar tarkibidagi elementlarning ekotizimga ta'sirini tahlil qilishga yo'naltirilgan bilan avvalgi ishlardan farq qiladi.

Tadqiqot metodologiyasi. Maqolada belgilangan vazifalarni bajarish uchun og'ir metallar tarqalishining mexanizmlari va ko'lami, ularning tuproq hamda o'simliklarga ta'siri o'rganib chiqilib, tog'-kon va sanoat hududlarida og'ir metallarning migratsiyasi va ta'sir darajasi tahlil qilindi. Shu bilan birga, og'ir metallar bilan ifloslanishga chidamli tolerant o'simliklar va mikroorganizmlar identifikatsiya qilinib, ularning bioremediatsiya va bioindikatsiya jarayonlarida qo'llanilishi o'rganildi. Ushbu tizimli tadqiqotlar bosqichma-bosqich amalga oshirilib, Chotqol-Qurama hududining belgilangan uchastkalarida olib borildi. Tadqiqot ishlarini bajarishda kompilyativ, dala ekologik-geokimyoviy va biogeokimyoviy, mineralogik-geokimyoviy baholash metodlardan foydalanilgan, tadqiqot hududida tuproq va o'simlik namunalari geokimyoviy kesimlar bo'yicha olingan va tahlil qilingan, mineralogik-geokimyoviy baholash metodlari – ekologik holatni baholash uchun qo'llanilgan. Shuningdek, ma'lumotlarni qayta ishlashda tuproq va o'simlik namunalari tarkibi zamonaviy analitik asboblari (ICP-MS va JEOL Superprobe mikroanalizatori) yordamida rentgen-spektral va mineralogik usullar bilan tekshirilgan.

Tahlil va natijalar. Angren-oltin boyitish fabrikasi (Olmaliq kon-metallurgiya kombinati) ta'sir hududidagi tuproq va o'simliklarda og'ir metallarni taqsimlanishi yuqori konsentratsiya bilan tavsiflanadi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, ushbu hududda tuproqdagi qo'rg'oshin (Pb), rux (Zn), mis (Cu), kadmiy (Cd) va marganets (Mn) miqdori fon miqdoriga nisbatan 1,5–2 baravar yuqori. Hududda o'sadigan o'simliklarda ham og'ir metallar fon o'simliklariga nisbatan xuddi shunday nisbatda ortgan. Tog'-kon sanoati chiqindilarida esa og'ir metallar miqdori tuproq va o'simliklarnikiga nisbatan o'nlab marta yuqori bo'lib, ularning ekologik xavfini keskin oshiradi [6].

O'simlik namunalari tarkibidagi og'ir metallar yuqori konsentratsiyalarda aniqlangan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, ushbu hudud uchun asosiy qidiruv ko'rsatkichlari sifatida ko'rib chiqilgan margumush, selen, surma va kadmiy konsentratsiyalari sezilarli darajada yuqori ekani aniqlandi.

Hududdagi o'simliklarning geokimyoviy xususiyatlarini o'rganish va og'ir metallar tarkibidagi o'zaro bog'liqlikni aniqlash maqsadida statistik tahlil (SAS) ma'lumotlaridan foydalangan holda korrelyatsion jadval (1-jadval) tuzildi, o'simliklarning og'ir metallari o'rta tarkibi (g/t) quyidagicha: As – 4.46; Se – 0.53; Sb – 0.11; Cd – 0.03; Pb – 3.47; Zn – 36.21; Mo – 0.73; Co – 0.26; Cu – 14.69; Ni – 2.80; V – 0.80; U – 0.12 [7].

O'simlik namunalari tarkibidagi og'ir metallar miqdori A.P. Vinogradov (1962) tomonidan keltirilgan o'simliklardagi elementlarning klark qiymatlari bilan solishtirildi. Klark konsentratsiya ko'rsatkichi (Kk) barcha elementlarning yuqori miqdorda ekanini va barchasi sezilarli darajada ahamiyatga ega ekanini ko'rsatdi. Faqatgina rux (Zn), molibden (Mo), kobalt (Co) va vanadiy (V) miqdori klark qiymatlariga nisbatan past darajani ko'rsatdi.

1-jadvalda Angren OBF hududida olingan o'simlik namunalari elementlarning taqsimlanishiga oid korrelyatsion bog'liqliklar aniqlangan. Ushbu jadval asosida ba'zi elementning korrelyatsion gistogrammalari tuzildi.

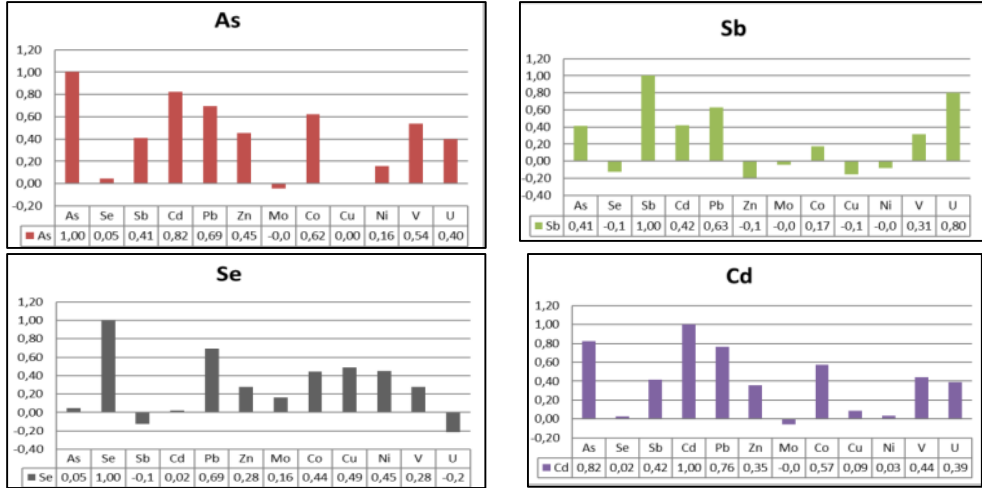
Tadqiqot natijalariga ko'ra, quyidagi elementlar o'zaro bog'liq ekani aniqlandi: margumush (As) kadmiy, qo'rg'oshin va kobalt bilan ijobiy bog'langan (0,62-0,82), vanadiy, surma, rux va uran bilan o'rta darajada bog'liq (0,40-0,54), selen va nikel bilan juda kam bog'liq (0,05-0,16), selen va molibden bilan esa salbiy bog'langan. Selen (Se) qo'rg'oshin bilan ijobiy bog'liq (0,69), rux, vanadiy, molibden, kobalt, mis va nikel bilan o'rta bog'liqlikka ega (0,16-0,49), margumush va kadmiy bilan juda kam bog'liq (0,05-0,02), surma va uran bilan esa salbiy bog'langan.

Surma (Sb) qo'rg'oshin va uran bilan kuchli bog'langan (0,63-0,80), margumush, kadmiy va vanadiy bilan o'rta bog'liqlikni ko'rsatgan (0,31-0,42), kobalt bilan esa juda kam bog'liq (0,17), selen, rux, molibden, mis va nikel bilan salbiy bog'langan. Kadmiy (Cd) margumush va qo'rg'oshin bilan kuchli bog'langan (0,76-0,82), surma, rux, kobalt, vanadiy va uran bilan o'rta bog'liqlikka ega (0,35-0,57), selen, mis va nikel bilan juda kam bog'liq (0,02-0,09), molibden bilan esa salbiy bog'liq [7].

1-jadval

Angren OBF o'simliklarida ICP mass-spektrometriya tahlili natijalari bo'yicha elementlarning korrelyatsiya koeffitsiyentlari

	As	Se	Sb	Cd	Pb	Zn	Mo	Co	Cu	Ni	V	U
As	1,00	0,05	0,41	0,82	0,69	0,45	-0,04	0,62	0,00	0,16	0,54	0,40
Se	0,05	1,00	-0,13	0,02	-0,16	0,28	0,16	0,44	0,49	0,45	0,28	-0,21
Sb	0,41	-0,13	1,00	0,42	0,63	-0,19	-0,04	0,17	-0,16	-0,08	0,31	0,80
Cd	0,82	0,02	0,42	1,00	0,76	0,35	-0,06	0,57	0,09	0,28	0,44	0,39
Pb	0,69	0,69	0,63	0,76	1,00	0,21	-0,07	0,28	-0,09	0,12	0,28	0,70
Zn	0,45	0,28	-0,19	0,35	0,21	1,00	-0,01	0,31	0,41	0,14	0,17	-0,11
Mo	-0,04	0,16	-0,04	-0,06	-0,07	-0,01	1,00	0,27	0,62	0,13	0,10	0,05
Co	0,62	0,44	0,17	0,57	0,28	0,31	0,27	1,00	0,27	0,53	0,72	-0,08
Cu	0,00	0,49	-0,16	0,09	-0,09	0,41	0,62	0,27	1,00	0,30	0,01	-0,26
Ni	0,16	0,45	-0,08	0,03	0,12	0,14	0,13	0,53	0,30	1,00	0,40	-0,15
V	0,54	0,28	0,31	0,44	0,28	0,17	0,10	0,72	0,01	0,40	1,00	0,26
U	0,40	-0,21	0,80	0,39	0,70	-0,11	0,05	-0,08	-0,26	-0,15	0,26	1,00



1-rasm. Angren OBF chiqindilari yaqinidagi o'simlik namunalari uchun As, Sb, Se va Cd elementlarining korrelyatsiya gistogrammalari

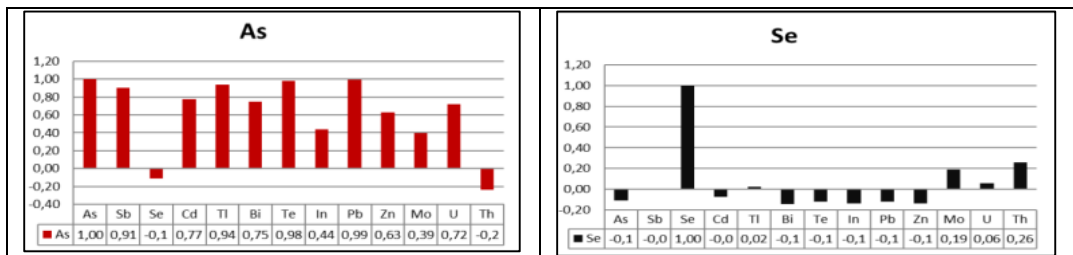
Angren OBF hududidagi tuproq namunalari elementlarning tarqalishiga oid korrelyatsion bog'liqliklar aniqlandi va ushbu jadval asosida ba'zi elementlarning korrelyatsion bog'liqlik gistogrammalari tuzildi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, margumush surma (0,94), talliy (0,94), tellur (0,98), qo'rg'oshin (0,99) va uran (0,72) bilan kuchli ijobiy bog'liq.

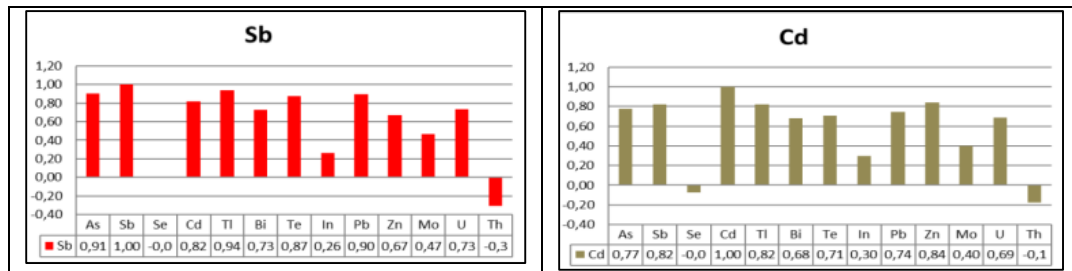
2-jadval

Angren OBF tuproqlarida ICP massa-spektrometriya tahlili natijalari bo'yicha elementlarning korrelyatsiya koeffitsientlari

	As	Sb	Se	Cd	Tl	Bi	Te	In	Pb	Zn	Mo	U	Th
As	1,00	0,91	-0,11	0,77	0,94	0,75	0,98	0,44	0,99	0,63	0,39	0,72	-0,23
Sb	0,91	1,00	-0,01	0,82	0,94	0,73	0,87	0,26	0,90	0,67	0,47	0,73	-0,31
Se	-0,11	-0,01	1,00	-0,07	0,02	-0,14	-0,12	-0,14	-0,12	-0,14	0,19	0,06	0,26
Cd	0,77	0,82	-0,07	1,00	0,82	0,68	0,71	0,30	0,74	0,84	0,40	0,69	-0,18
Tl	0,94	0,94	0,02	0,82	1,00	0,77	0,92	0,35	0,94	0,74	0,47	0,81	-0,17
Bi	0,75	0,73	-0,14	0,68	0,77	1,00	0,72	0,34	0,75	0,68	0,32	0,73	-0,07
Te	0,98	0,87	-0,12	0,71	0,92	0,72	1,00	0,45	0,99	0,59	0,33	0,68	-0,22
In	0,44	0,26	-0,14	0,30	0,35	0,34	0,45	1,00	0,44	0,30	0,10	0,43	0,24
Pb	0,99	0,90	-0,12	0,74	0,94	0,75	0,99	0,44	1,00	0,62	0,38	0,70	-0,24
Zn	0,63	0,67	-0,14	0,84	0,74	0,68	0,59	0,30	0,62	1,00	0,33	0,77	-0,02
Mo	0,39	0,47	0,19	0,40	0,47	0,32	0,33	0,10	0,38	0,33	1,00	0,36	-0,14
U	0,72	0,73	0,06	0,69	0,81	0,73	0,68	0,43	0,70	0,77	0,36	1,00	0,26
Th	-0,23	-0,31	0,26	-0,18	-0,17	-0,07	-0,22	0,24	-0,24	-0,02	-0,14	0,26	1,00

Surma margumush (0,91), talliy (0,94), tellur (0,87), qo'rg'oshin (0,90) va uran (0,73) bilan kuchli bog'langan. Selen talliy (0,02) va indiy (0,14) bilan juda kam bog'liq, margumush (-0,11) va surma (-0,01) bilan esa salbiy bog'langan. Kadmiy margumush (0,77), surma (0,82), qo'rg'oshin (0,74) va uran (0,69) bilan o'rta bog'liqlikka ega. Qo'rg'oshin margumush (0,99), surma (0,90) va tellur (0,99) bilan kuchli bog'liq. Rux margumush (0,63), surma (0,67) va qo'rg'oshin (0,62) bilan ijobiy bog'langan, toriy (-0,02) bilan esa juda kam bog'liq (2-jadval).





2-rasm. Angren OBF chiqindilari yaqinidagi tuproq namunalari uchun As, Sb, Se va Cd elementlarining korrelyatsiya gistogrammalari

Ushbu natijalar Angren OBF hududidagi tuproqning og'ir metallar bilan ifloslanganligini va elementlarning o'zaro ta'sirini aks ettiradi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, ayrim toksik elementlarning yuqori konsentratsiyasi o'simliklar uchun potensial xavf tug'dirishi mumkin. Ushbu tadqiqot natijalariga asoslanib, fitoremediasiya jarayonida samarali foydalanish uchun ba'zi tol navlari (*Salix babylonica*, *Salix cocrulea*, *Salix nigra*) va qamish (*Phragmites communis*) kabi o'simliklarni tavsiya etish mumkin. Ushbu o'simliklar og'ir metallarga yuqori tolerantlik va akkumulatsiya qobiliyatiga ega bo'lib, mavsum davomida bir necha marta o'rinishi va toksik elementlarni chiqarib tashlashi mumkin. Shuningdek, yig'ilgan biomassa yoqish va utilitatsiya qilish yoki tijorat qiymatiga ega bo'lgan elementlarni ekstraksiya qilish orqali qayta ishlanishi mumkin. **Shu sababli, mazkur o'simliklardan fitoremediasiya ishlarida foydalanishni tavsiya qilamiz.**

Tadqiqot ishida olingan natijalarning tahlillari asosida quyidagi xulosalarni qayd etish mumkin:

1. Angren OBF hududlari tuproqlarida og'ir metallarning tarqalishi, uchrash shakllari, tuproq mikroorganizmlari va o'simliklarga ta'sirini o'rganish maqsadida tuproq va o'simlik namunalari to'plandi va geokimyoviy tahlillar o'tkazildi.

2. Olingan natijalar ushbu hudud tuproqlari va o'simliklarida og'ir metallar miqdorining yuqoriligini ko'rsatdi. O'simliklar va tuproq mikroorganizmlarining ifloslanishga reaksiyasi og'ir metallarning tuproqdagi yuqori miqdorlari hudud ekologik holatiga va tabiiy bioxilma-xillikka ta'sir ko'rsatganligidan dalolat beradi. Og'ir metallarning tuproqdagi geokimyoviy anomaliyalarining shakllanishi ushbu mintaqada faoliyat yurituvchi tog'-kon va energetika korxonalari faoliyati natijasidagi texnogen bosim bilan bog'liq.

3. Tarqalish hududi va miqdori jihatidan *Cu*, *Zn*, *Pb*, *As*, *Bi* va boshqa elementlar texnogen anomaliyalar hosil qiladi. Olib borilgan tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatmoqdaki, tuproq va o'simliklarda texnogen elementlarning intensiv to'planishi sanoat korxonalari chiqindilarining atmosfera orqali chang sifatida tarqalishi natijasidir.

ADABIYOTLAR

- O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "2030-yilgacha O'zbekiston Respublikasining "yashil" iqtisodiyotga o'tishiga qaratilgan islohotlar samaradorligini oshirish bo'yicha chora-tadbirlar to'g'risida"gi PQ- 436- son Qarori.
- Nriagu J. O. A history of global metal pollution // Science. – 1996. – T. 272, №5259. – B. 223– 224.
- Adriano, D. C. Trace Elements in the Terrestrial Environment. – Springer-Verlag, 1986.
- Kabata-Pendias, A., Pendias, H. Trace Elements in Soils and Plants. – 3rd ed. – CRC Press, 2001.
- Шукуров Ш.Р., Шукуров Н.Э., Туресебеков А.Х., Жумакулов А.А., Рашидов Н.И. Распределение породообразующих, токсичных и попутных элементов в техногенных отходах в районе техногенного влияния объектов АРУ // Атроф-мухит мухофазаси ва экологик районлаштириш: муаммо ва ечимлар" мавзусидаги халқаро илмий-амалий анжуман. – Тошкент, 2023. – Б. 435-448.
- Дунин-Барковская Э.А. Изучение химического состава и формы нахождения химических элементов в отвальных хвостах Ангренской золотоизвлекательной фабрики с целью создания основы для технологии их переработки. Отчет. –Ташкент, 2008. – 134 с.
- Shukurov N.E. *Tog'-konchilik sanoati hududlari tuproqlaridagi og'ir metallar: tarqalishi, uchrash shakllari, tuproq mikroorganizmlariga ta'siri, tuproq ifloslanishining bioindikatsiyasi va bioremediasiyasi jihatlarini. Fundamental loyiha.* – Toshkent, 2024. – 217 b.
- Санакулов К.С., Шеметов П.А. Концептуальные основы решения проблем переработки техногенного сырья. Горный вестник Узбекистана, №4 (43), 2010 г. 7-11 с.
- Туресебеков А.Х., Шарипов Х.Т., Алаберганов Р.Д., Зунунов А.Ч. Техногенные отходы новый тип минерально-сырьевых ресурсов Алмалыкского горно – металлургического комбината. Международной научно – практической конференции «Современные проблемы и инновационные технологии решения вопросов переработки техногенных месторождений Алмалыкского ГМК», 2019, с. 43-45.
- Санакулов К.С. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Обоснование и разработка технологии переработки отходов горно-металлургических производств. Навоий 2009 г.