

Е. Баделгажы^{1*}, Б.А. Капсалимов¹, Г. Өнерхан²

¹ Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

² Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан

*e-mail: Erbahit.tourism@gmail.com

АЛТАЙ ЖОТАСЫНДАҒЫ ТУРИЗМ ӘСЕРІНЕН АУЫР МЕТАЛМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТЫҢ ТАБИҒИ ЖОЛМЕН ТАЗАРУЫ

Әлемді жаулаған пандемия кезінде Қазақстандық Алтайға 32-40 мың, Моңғол Алтайда 13 мыңға жуық көлік саяхаттаған. Алтай жотасында жолдар асфальтталмаған, туристік даяшылық қызметі жеткілікті дамымағандықтан бей-берекетсіз туризм белең алып, тарам жолдар пайда болдыру, жер қыртысын зақымдау, саз батпақтарды кешіп өту арқылы топырақ жамылғысы ауыр металмен ластанғанын анықтаған. Зерттеу нәтижесінде ондағы бүлінген топырақтарда таза топырақпен салыстырғанда қорғасын, никель, мырыш қатарлы ауыр металдың мөлшері 2-4 есе артқаны, жөнеде Қазақстандық Алтайда туризм әсерінен 705.7 га, Моңғол Алтайда 182.7 га алаңның топырағы зақымдалғаны туралы жазған. Бұл зерттеу нәтижесі бойынша Моңғолияның Қоршаған Орта, Туризм министрлігіне қарасты Моңғол Алтай жотасынындағы Ерекше қорғалатын аумақтар Басқармасының 2023 жылдың 28-нші Шілдедегі А/14 бұйрығы бойынша көлік қозғалысын шектеген. Ластанған топырақты тазарту, экологияны қалпына келтіру қатарлы басқадай жұмыстар атқарылмағандықтан авторлар мұнда ластанған топырақ тек табиғи жолмен тазарған болуы мүмкін деген ғылыми болжам жасады.

Бұрынғы координаттан сынама алып, лабораторияда атом спектрометрін сіңіру амалдары бойынша топырақтың құрамындағы 6 ауыр металдың деңгейі анықталды. Топырақтағы хромның мөлшері жолдың үстінде 3.8-6.3 мг/кг-ға азайып, ал жолдың төменгі жағында кейбір координаттарда азайып, кейбірінде көбейген. Қорғасын мөлшері жол үстінде 2.7-6.8 мг/кг-ға азайып, жолдың төменгі жағында 5.5-8.8 мг/кг-ға дейін көбейіп, жинақтала бастағаны анықталды. Мырыштың көлемі әр координатта айтарлықтай өзгергенімен қандай бір тұрақтылық байқалмады. Зерттеу нәтижесінде ауыр металмен ластанған топырақ әр түрлі эрозия арқылы табиғи жолмен тазаруға болатыны нақты дәлелденді.

Түйін сөздер: Алтай жотасы, топырақтың ластануы, ауыр металдар, табиғи жолмен тазару.

Y. Badyelgajy^{1*}, B.A. Kapsalyamov¹, G. Onerkhan²

¹ Eurasian National University named after L. N. Gumilev, Astana, Kazakhstan

² Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan

*e-mail: Erbahit.tourism@gmail.com

Natural remediation of soil contaminated with heavy metals due to tourism in the Altai mountains

This article examines the natural remediation rate of soil contaminated with heavy metals from uncontrolled tourism in the Mongolian Altai Range. During the pandemic, domestic tourism surged in Kazakhstan and Mongolia, with the Altai Range becoming a popular destination. This led to an influx of 32-40 thousand vehicles to the Kazakhstani Altai and about 13 thousand to the Mongolian Altai. Due to limited infrastructure, tourists often traveled on unpaved roads, created new paths, crossed swamps to access the mountains, and caused significant environmental impact. The contamination analysis revealed that the levels of heavy metals like lead, nickel, and zinc were 2-4 times higher in affected soils compared to uncontaminated areas. In total, tourism impacted 705.7 hectares of soil in the Kazakh Altai and 182.7 hectares in the Mongolian Altai. Following the publication of this study, the authors presented their findings to the Mongolian Ministry of Environment and Tourism. Subsequently, the Mongolian Altai Specially Protected Areas Administration issued Order A/14 on July 28, 2023, which limited vehicle access in the area.

In the absence of any active remediation efforts to clean the contaminated soil or restore the environment, the authors hypothesized that the observed reduction in contamination levels may be attributed solely to natural processes. Soil samples were collected from previously recorded coordinates, and the concentrations of six heavy metals were analyzed using atomic absorption spectrometry. The results revealed that chromium levels in the soil decreased by 3.8-6.3 mg/kg above the road surface. Below the road, chromium concentrations varied, with decreases observed in some locations and increases

in others. Lead concentrations showed a reduction of 2.7–6.8 mg/kg above the road, whereas below the road, lead levels increased by 5.5–8.8 mg/kg, indicating a tendency to accumulate in these areas. Zinc concentrations exhibited significant variation across different locations, but no consistent trend or stability was identified. These findings provide evidence that soil contaminated with heavy metals can undergo natural remediation through processes such as erosion and other environmental mechanisms.

Key words: Altai mountains soil pollution, heavy metals, natural remediation.

Е. Баделгажы^{1*}, Б.А. Капсалямов¹, Г. Өнерхан²

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

²Казахский университет технологии и бизнеса, Астана, Казахстан

*e-mail: Erbahit.tourism@gmail.com

Природное очищение почв, загрязнённых тяжёлыми металлами под влиянием туризма в Алтайских хребтах

В данной статье рассматривается скорость естественного восстановления почвы, загрязненной тяжелыми металлами вследствие неконтролируемого туризма в Монгольском Алтае. В период пандемии внутренний туризм в Казахстане и Монголии значительно возрос, и Алтайский регион стал популярным направлением, что привело к притоку 32–40 тысяч транспортных средств в Казахский Алтай и около 13 тысяч в Монгольский Алтай. Из-за недостатка инфраструктуры туристы часто передвигались по грунтовым дорогам, прокладывали новые пути, пересекали болота для доступа к горам, что привело к значительному воздействию на окружающую среду.

Анализ загрязнения показал, что уровни тяжелых металлов, таких как свинец, никель и цинк, были в 2–4 раза выше в загрязненных почвах по сравнению с незагрязненными участками. В целом, туризм затронул 705,7 гектара почвы в Казахском Алтае и 182,7 гектара в Монгольском Алтае. После публикации данного исследования авторы представили результаты Министерству окружающей среды и туризма Монголии. Впоследствии Управление специально охраняемых территорий Монгольского Алтая издало приказ А/14 от 28 июля 2023 года, ограничивающий доступ транспортных средств в этот район.

В течение последнего года было проведено исследование, направленное на изучение естественных процессов очистки почв. В ходе работы зафиксировано снижение содержания тяжелых металлов в почвах на ряде обследованных участков. Методом атомно-абсорбционной спектроскопии был проведен анализ проб почвы, собранных на прежних координатах, для определения концентрации шести тяжелых металлов. Результаты исследования показали, что концентрация хрома на поверхности дорог снизилась на 3,8–6,3 мг/кг, тогда как под дорогой наблюдались как уменьшение, так и увеличение содержания в зависимости от участка. Концентрация свинца уменьшилась на 2,7–6,8 мг/кг на поверхности дорог, но увеличилась до 5,5–8,8 мг/кг в нижних слоях, где металл начал накапливаться. Концентрация цинка, напротив, существенно варьировалась и не продемонстрировала стабильных тенденций. Таким образом, исследование подтвердило возможность естественной очистки почв, загрязненных тяжелыми металлами, за счет процессов эрозии и других природных факторов.

Ключевые слова: Хребет Алтая, загрязнение почв, тяжелые металлы, естественная реабилитация.

Кіріспе

Жүргізілген зерттеу қорытындысына шолу: Төрт елдің шекарасын бөліп тұрған Алтай жотасы Орта Азияның климатына ерекше әсер етеді. (Aizen E.M., et all, 2001). Алтай жотасындағы туризм потенциалы (Braden K.A, Prudnikova N.B, 2008), ондағы туризмді дамыту жоспарлары туралы (Ердаuletov.C.P, 2015, p. 27), (Government of Mongolia, 1996), (Great Khural of Mongolia, 2016), (Great Khural of Mongolia, 2020), туризм дамытудағы мәселелер (UNDP & GEF, 2011, p. 14), (Chlachula J.A, et all, 2021), (JICA, 1999), (Jennifer Castner, 2019) туралы алдыңғы мақалада кеңірек баяндалған.

Сондықтан бұл мақалада әдеби шолу қысқаша түрде жасалды. Қазіргі таңда Scopus ғылыми базасында Алтай жотасы туралы 900-дей мақала жарияланғанымен тақырыпқа тікелей байланысты мақала табылмады.

Моңғол Алтай және қазақстандық Алтайда туризм көліктерінен топырақтың ауыр металмен ластанып жатқаны туралы авторлардың мақаласы 2023 жылы жарық көрген. Бұл мақалада Моңғол Алтай жотасында 5 координат, Қазақстандық Алтайда 3 координаттан сынама алып, зерттеу жәтижесін салыстырғанда ондағы ауыр металдың мөлшері 2-4 есе артқанын, дәлірек айтқанда қорғасын мөлшері 12,5-15,8 мг/кг-ға, никель мөлшері 16,1-33,7 мг/кг-ға,

мырыш мөлшері 15,6-17,1 мг/кг-ға артқан (Е.Б. Баделгажы, et all, 2023). Мұндай зерттеуді Ресей территориясындағы Алтай жотасы, Белуха маңында жүргізген. Белуха маңындағы 2023 жылы тамыздағы экспедицияда кадмий анықталмаған, қорғасын мөлшері қалыпты нормада, ал хром мөлшері кей кординатта қалыпты, кей кординатта 2 есе көп, мырыш, мыс, никелдің көлемі Моңғолия стандарты бойынша қауыпты деңгейге жетпегенмен Ресей және Қазақстан стандарты бойынша қалыпты нормадан 2-4 есе көп екені анықталған.

Және қазақстандық Алтайда туризм әсерінен 55 км ұзаққа созылған 705.7 га, Моңғол Алтайдың батыс бөлігінде 24.7 км ұзаққа созылған, 182.7 га алаңның топырағы зақымдалып, бұл аумақтың 56%-ы толық талқандалғанын анықтаған (Badyelgajy.Y., et all, 2022.). Бұл зерттеуге жанама байланысы бар келесі бір зерттеуде жанар, жағармаймен ластанған топырақты құрамында *Acinetobacter calcoaceticus* 2A, *Microbacterium lacticum* 41-3, *Arthrobacter terregens* III және *Micrococcus roseus* 49 штамдары бар микробиологиялық препараттар арқылы тазалау тәжірибесін жүргізіп, преператтар арқылы биоремедиациялап тазартуға болатынын дәлелдеген (Г.Өнерхан, et all, 2023). Және де Алтай жотасында саяхаттаған бір туристен Қазақстандық Алтайда 612 гр қоқыс, Моңғол Алтайда 441 гр қоқыс қалатынын анықтаған (Yerbakhyt, 2023).

Зерттеу нәтижелері 2023 жылдың Қаңтар айында Моңғолияның Қоршаған Орта, Туризм министрлігіне таныстырылды. Көп кешікпей Министерліктің нұсқауымен Моңғол Алтай жотасынындағы Ерекше қорғалатын аумақтар Басқару әкімшілігінің 2023 жылдың 28-нші Шілдедегі А/14 бұйрығы бойынша көлік қозғалысын шектеу қаулысы шықты. Осы қаулы күшіне енгеннен кейін бір жыл ішінде мұнда ешқандай көлік қатынамады. Мұнда 2 жыл бойы жауын шашын мол, эрозия процессі мол болғаны зерттеу барысында анықталды. Және де сазды батпақтағы талқандалған жолдар қалпына келе бастаған. Сондықтан мұндағы ауыр металмен ластанған топырақ тазару процессі жүрілу бар жоғын екенін анықтау өзекті мәселе болып табылады.

Әдістеме

Мақсаты: Алтай жотасындағы туристік көліктер арқылы ластанған топырақтың құрамындағы ауыр металдың өзгеруін бақылай отырып, табиғи жолмен тазару процессін анықтау

Зерттеу нысаны: Төмендегі картада көрсетілген Моңғол Алтай жотасындағы “Алтай Бес Боғда” ұлттық паркі, ондағы Президент обасына көтерілетін ең көп тарамдалған 13 км созылған жол бойынан 5 кординаттан сынама алынды. Алғашқы зерттеу кезінде базаға тіркелген кординатты GPS құралы бойынша анықтай отырып дәл алғашқы кординаттан алынды.



1-сурет – Сынама алынған маршрут және кординаттар
(Ескерту: автордың өз сызбасы)

Мұнда экспедициялық зерттеу Моңғолия Республикасында жүрілді. Қазақстан аумағында зерттеу жүргізу мүмкін болмады. Бұған басты себеп, Қазақстандық Алтайға саяхаттаған машиналар саны азаймаған және көліктер қозғалысын шектеу, басқадай іс шара жүргізбеген. Сондықтан авторлар экспедиция ұйымдастырғанмен, нәтижесінде айтарлықтай өзгеріс болмауы мүмкін деп көрді.

Зерттеу әдістемесі

Төмендегі зерттеу әдістемелері пайдаланылды.

- *Экспедиция ұйымдастыру:* Тандалған маршрут бойынша 2024 жылдың тамыздың 5-9 күндері Өлгий қаласынан “Алтай Бес Боғда” ұлттық парк бағытында арнайы экспедиция ұйымдастырып, арнайы сынама алынды.

- *Топырақтан сынама алу:* Топырақ сынама-сын “конверт” амалы бойынша жолдан, жолдың екі жағында 2 метр және 5 метр қашықтықтан, яғни бір координаттан 5, барлығы 25 сынама алынды. Салыстыратын таза сынаманы жолдың бас жағынан 10 метрден алынды. Барлығы 30 сынама анализге кірді.

- *Лабораториялық зерттеулер:* Барлық сынама Моңғолия астанасы Улаанбаатардағы “Нарт” атты топырақ лабораториясында тексерілді. Атом спектрометрін сіңіру амалы (Царская водка-Aqua-regia digestion (open beaker)) бойынша топырақтың құрамындағы 6 ауыр элемент көлемі анықталды. Лабораториялық зерттеуді арнайы мамандар жүргізді.

Стандарттық салыстыру: Топырақтағы ауыр металдардың стандартық мөлшері Моңғолия Республикасының “MNS 5546:2005 “Топырақты ластаушы металдар, элементтердің рұқсат етілген жоғарғы мөлшері” стандарты

(Mongolian Agency for Standart Metrology, 2008) және Қазақстан Республикасының Денсаулық министрінің 2021 жылы сәуірдің 21-күні бекітілген, ДСМ-32 номерлі “Қоршаған ортаның гигиеналық нормативы”, Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау, Қоршаған ортаны қорғау министрінің бірлескен бұйрығы бойынша 2004 жылғы 30 қаңтарда бекітілген, N99/N21 номерлі “Топырақты ластайтын зиянды микроорганизмдер және басқадай биологиялық қалдықтардың рұқсат етілген концентрация норматив, стандарт”-ы бойынша (Министра Здравоохранения Республики Казахстан, 2004), (Министра Здравоохранения Республики Казахстан, 2021). Ресейдің «2.1.7. Топырақ, елді мекендерді таза-лау, өндіріс және тұтыну қалдықтары, топырақты санитарлық қорғау» GN 2.1.7.2041-06, GN 2.1.7.2042-06 Гигиеналық стандарттары бойынша салыстырылды (Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006).

Нәтижелер

Тандалған маршрут бойымен Өлгий қаласынан “Алтай Бес Боғда” ұлттық паркі бағытында 2024 жылы тамыз айында экспедиция ұйымдастырып, топырақтан сынама алынды. Жәнеде туристік көліктер әсерінен бүлінген, талқандалған алаңдардың қалпына келу, басқадай эрозия процессіне зерттеулер жүргізіліп, экспедициялық белгілеу жазып алынды. Бұл авторлардың осы аумақтағы 6 экспедициясы болды.

Зерттеу нәтижесін түсінікті болдыру үшін әр координаттан таза топырақ, жолдың үсті, жолдың аяқ жағынан 5 метрден алған топырақты салыстырдық. Бұдан бұрынғы зерттеуде әр координаттан 3 нүктені салыстырылған. Төмендегі кесте әр координаттағы ауыр металдың көрсеткіші 2022 және 2024 жыл бойынша көрсетілді.

1-кесте – Топырақтағы ауыр металдардың көлемі, мг/кг

Металдар		Хром		Қорғасын		Кадмий		Мырыш		Мыс		Никель	
Жылы		2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024
Корд.т-1	Жолдың жоғарғы жағынан-дағы таза топырақ (10 метр)	19,0	18,1	16,7	18,7	0,0	0,0	42,0	40,7	30,2	31,0	10,4	11,3
	Жол үстінен	17,3	13,5	13,9	9,5	0,0	0,0	42,7	33,4	31,0	30,9	9,1	10,2
	Жолдың төменгі жағынан 5 метр	29,3	35,0	20,5	17,1	0,0	0,0	59,1	31,2	28,5	29,1	43,3	46,7

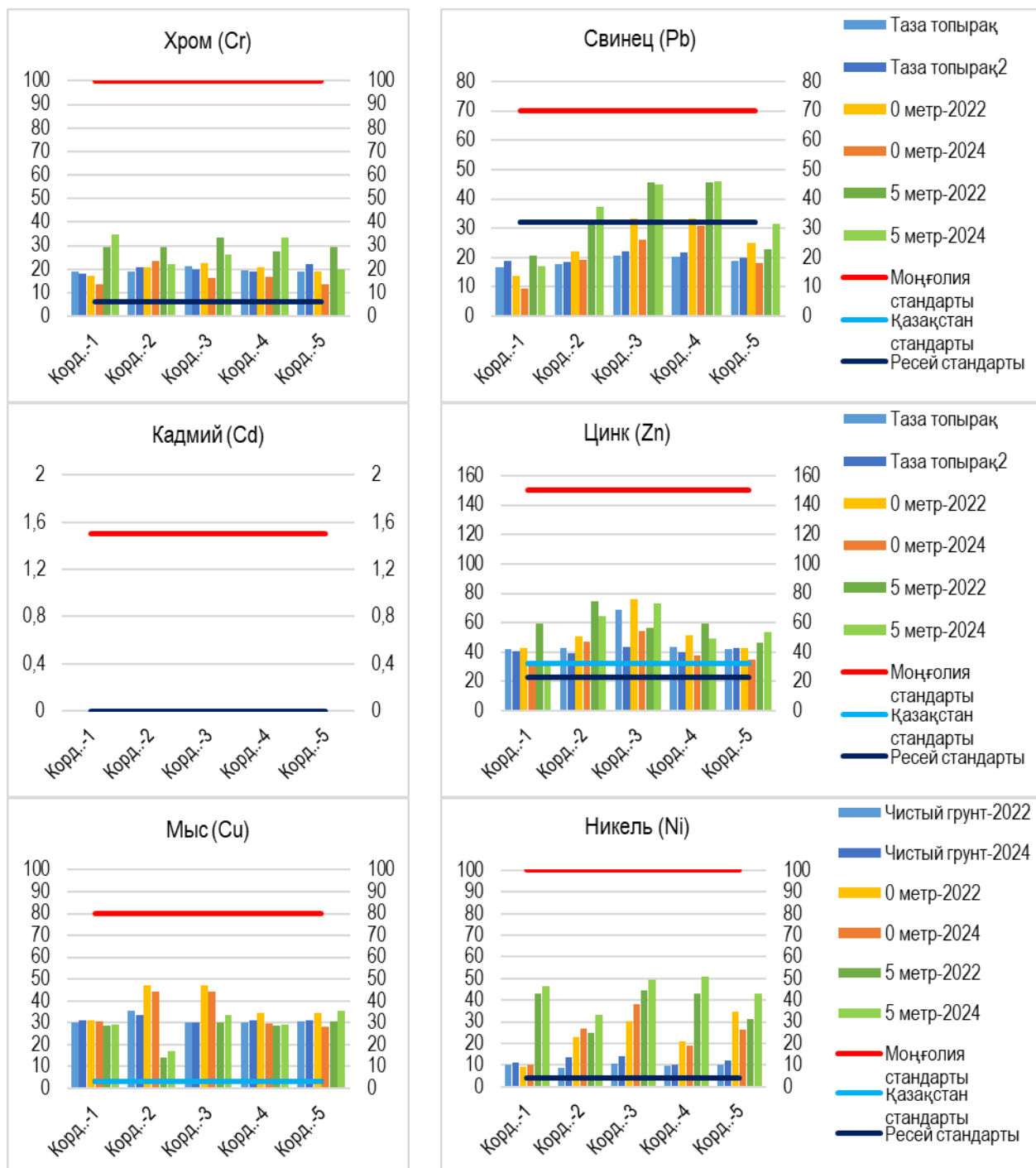
Металдар		Хром		Қорғасын		Кадмий		Мырыш		Мыс		Никель	
Жылы		2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024	2022	2024
Корд.-т-2	Жолдың жоғарғы жағынан-дағы таза топырақ (10 метр)	19,2	20,6	17,7	18,3	0,0	0,0	42,8	38,9	35,5	33,7	8,6	13,5
	Жол үстінен	20,7	23,4	22,2	19,2	0,0	0,0	50,6	47,3	47,0	44,5	22,9	26,7
	Жолдың төменгі жағынан 5 метр	29,3	35,6	31,8	37,3	0,0	0,0	74,4	64,7	14,0	16,8	25,0	33,1
Корд.-т-3	Жолдың жоғарғы жағынан-дағы таза топырақ (10 метр)	21,2	20,1	20,6	22,0	0,0	0,0	69,1	43,7	30,2	30,0	10,5	14,0
	Жол үстінен	22,4	16,1	33,4	26,1	0,0	0,0	76,2	54,0	47,0	44,2	30,2	38,1
	Жолдың төменгі жағынан 5 метр	27,6	39,8	45,5	45,0	0,0	0,0	56,7	73,2	30,0	33,7	44,3	49,2
Корд.-т-4	Жолдың жоғарғы жағынан-дағы таза топырақ (10 метр)	19,6	19,0	20,2	21,8	0,0	0,0	43,5	40,0	30,2	31,2	9,6	10,2
	Жол үстінен	20,7	16,7	33,4	30,7	0,0	0,0	51,1	37,9	34,5	29,7	21,1	19,0
	Жолдың төменгі жағынан 5 метр	27,6	38,3	45,5	46,1	0,0	0,0	59,1	48,9	28,5	29,1	43,3	50,7
Корд.-т-5	Жолдың жоғарғы жағынан-дағы таза топырақ (10 метр)	19,0	22,0	18,7	20,1	0,0	0,0	42,0	43,0	30,9	31,0	10,0	12,1
	Жол үстінен	19,0	13,7	25,0	18,2	0,0	0,0	42,7	35,0	34,5	28,1	34,9	26,5
	Жолдың төменгі жағынан 5 метр	29,3	20,0	22,8	31,6	0,0	0,0	46,0	53,5	30,5	35,7	31,4	43,2
Ескерту – Зерттеу қортындысы бойынша құрастырылды													

Ресеймен Қазақстанның стандартында көп айырмашылық жоқ, алайда Моңғолия стандартындағы топырақтың қауыпсыз көрсеткіші өте жоғары. Төмендегі графикта алғашқы екі көк өнді жолақпен “таза топырақ”-тағы 2022, 2024 жылғы көрсеткіші, ортадағы қызылсары өнді екі жолақпен “жолдың үсті”-нен алынған сынамадағы ауыр металл деңгейі, соңғы жасыл өнді екі жолақта “жолдың аяқ жағынан 5 метр”-ден алған сынамадағы мәлімет көрсетілді.

Моңғол Алтайдың таза топырағындағы хромның мөлшері барлық координатта шамамен 18.1-22 мг/кг-ға көп. 2022 жылғы мен 2024 жылдық көрсеткішінде көп айырмашылық жоқ. Ал жолдың үстіндегі хромның мөлшері 2022 жылы 17.3-22.4 мг/кг болса 2024 жылы 13.5-23.4 мг/кг болып азайған. Тек екінші координаттан басқа барлық координатта “жол үстіндегі” хромның мөлшері азайған. Жәнеде жолдың “төменгі жағы”-ндағы хромның мөлшеріде -7,1-9,3мг/кг-ға азайған. Ал кор-1, кор-4-те 5.7-5.8-7.1-9.3мг/кг-мен көбейген. Моңғолияның стандартына сүйенсек бұл көрсеткіш ластану деңгейіне жетпегені-

мен, Қазақстан және Ресей стандарты бойынша таза топырақтағы мөлшері 3 есе, жолдың үстінде 3-3.5 есе болса жолдың төмен жағында 4-4.8 есе көбейіп аса қауіпті деңгейге жеткен. Жәнеде барлық координаттар топырақ қабаты шайылу процессі арқылы хром жолдың төменгі жағына жиналғаны байқалады. Кейбір координатта тіптен шайылып басқа жаққа ағып кеткен болуы мүмкін. Себебі кейбір координатта жолдың аяқ жағында да хромның мөлшері азайған.

Ал қорғасынның мөлшері таза топырақта (барлық координатта) сәл артқаны байқалады. Жолдың үстіндегі топырақтағы қорғасын мөлшері 2022 жылы 13.9-33.4 мг/кг-ға арасында, әр координатта әр түрлі болды. Кор-3 және кор-4-тегі қорғасын мөлшері басқа координаттан 1-2 есе көп болған. 2024 жылғы сынамада барлық координатта қорғасын мөлшері -3.0-7.3 мг/кг-мен азайған. Ал кор-3, кор-4-те жолдың аяқ жағында қорғасын мөлшерінде көп өзгеріс жоқ, 2022 жылғы көрсеткішпен бірдей. Ал кор-2, кор-5-тегі жолдың төмен жағындағы топырақтағы қорғасын 5.5-8.8 мг/кг-мен артқан.



2-сурет – Топырақтағы ауыр металдың деңгейінің 2022 және 2024 жылғы мөлшері, мг/кг
Ескерту – Зерттеу қортындысы бойынша автор құрастырған

Кадмий элементін анықтау үшін алғашқы сынамада құрылғының толқын ұзындығы 600 nm-ға қойып сараптама жасалынды. Одан кейін құрылғының толқын ұзындығын 228.8nm-ға дейін азайтып, толқын ұзындығының нақтылығын 0.10 nm-ға дейін, анықтау шегін -0.004 мг/кг-ға

дейін қосқанымен ешқандай кадмий элементі анықталмады.

Мырыштың көрсеткіші 2022 жылы таза топырақта 42.0-42.8 мг/кг болған болса 2024 жылғы сынамада барлық координатта азайған. Әсіресе Кор-3-те 25,4 мг/кг-мен азайған. Және жолдың

үстіндегі мырыштың мөлшеріде 3.3-22.2 мг/кг-мен азайған. Әсіресе Кор-3,4-те көбірек азайғаны байқалады. Ал Кор-3-та жолдың төменгі жағындағы топырақта мырыштың көлемі 16.5 мг/кг-мен артқан, ал басқа координаттарда азайған.

Таза топырақтағы мыстың мөлшері 2024 жылғы сынамадан көп айырмашылық жоқ, ең көп айырмашылық не бәрі -1.8 мг/кг. Жолдың үстіндегі алынған сынамадағы мыстың көлемі сәл азайғанмен айтарлықтай айырмашылық аз. Тек кор-4-те, -4.8 мг/кг-ға, кор-5-те 6.4 мг/кг-ға азайған. Ал жолдың төмен жағындағы сынамада мыстың мөлшері сәл артқанымен айтарлықтай мол деп айтуға келмейді. Тек кор-5-те 5.2 мг/кг-ға арытқаны болмаса, кор-1 мен кор-3-тегі айырмашылық 1 мг/кг-ға да жетпейді.

Никелдің мөлшері таза топырақта біраз өскені байқалады. Кор-2,3,5-те 2.1-4.9 мг/кг-ға дейін артқан. Ал “жолдың үсті”-ндегі сынамада алғашқы 3 координатта артып, соңғы 2 координатта азайған. Жолдың “төменгі жағы”-ндағы сынамада барлық координатта никелдің мөлшері артқан.

Зерттеу нәтижесін талқылау

Ұлттық парктерге туристердің көптеп баруынан топырақ жамылғысы ауыр металмен ластануға болатын Италияның Везуви ұлттық паркі (Valeria Memoli, et all, 2019), Қытайдың экотуризм курорттар маңында (Qifa Sun, et all, 2022) жүргізілген зерттеу барысында анықтаған. Туризм экологиялық факторларға жанама түрде әсер ету сол арқылы топырақтағы кейбір ауыр металдарының (Cr, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Pb) концентрациясына арқылы ластайтынын Қытайдың Пояанг көлінде жүргізген зерттеу нәтижесінде анықтаған (Jinying Xu, et all, 2021). Туризм топырақ температурасының өсуінде әсер етеді (St Fatimah Azzahra, et all, 2019). Мұндағы топырақтағы қорғасын көліктердің бензинді өртеуінен түскендеуге болады. Себебі қорғасын металы

Моңғолия көп керектенетін арзан, экологиялық таза емес бензиндер құрамында бар. А80 бензиннің құрамында 0.17г/л, А93- 0.37г/л қорғасын болады (Сабралиев.Н.С, et all, 2021, р. 36).

Зерттеу жүрілген шекаралық зонаға 2016-2023 жылдары арнайы рұқсат алған 41,168 машинаның 21719-ы А80 бензинін тұтынатын УАЗ маркалы көліктер. Ауыр арамен баяу жүру жүрген көлік бензинді шала өртеп, молырақ улы газ бөліп шығарады. Сағатына 31.7 км жылдамдықпен жүрген көлік сағатына 1.11г немесе әр км-де 0.035г қорғасын бөліп шығарады. Осылай мұндағы қорғасын көлемі артқан.

Ал мырыш электр батареяларында көптеп кездеседі (Оразбаев.Ә.Е, 2017, р. 64). Моңғолияда машиналарды бояуда никельді қоспаларды көп қолданады. Соңғы жылдары мұнда келген көліктердің арасында батереялы гибрид машиналар саны артып, жалпы көлік санының 3.2%-н құрайтын болған. Жол кедір-бұдырлығы орасан зор болғандықтан мұнда келген жеңіл көліктер көптеп бұзылады. Осындай себептермен мұндағы мырыштың көлемі өзгерген болу мүмкін. Ал хромның мөлшері металы антропогендік әсерінен ауыр металдар концентрациясы арқылы өзгерген деп жоғарыдағы ғылыми зерттеулерге негіздей отырып пайымдау жасауға болады. Демек мұндағы ауыр элементтер тікелей автокөліктер арқылы топыраққа түскен.

Координаттағы ауыр металдың өзгеруі түсінікті болу үшін төмендегі кестеде өңмен белгілеп көрсетілді. Азайған болса қызыл өңмен минус, өскен бол жасыл өңді плюс белгімен, көп өзгеріс жоқ болса “қызыл сары” өңмен белгіледік. Жәнеде экспедиция барысында белгілеп алынған материалдар, 2022 жылғы алған суреттерге негіздей отырып, сынама алынған координаттың эрозияға қаншалықты ұшырағанын анықтадық. Кестеде 1 санымен жолдың үстіндегі, 2 санымен жолдың төмен жағындағы 5 метрден алынған сынамадағы көрсеткіші көрсетілді.

2-кесте – Ауыр металл көлемінің өзгеруін салыстыру көлемі, мг/кг

Кор	Эрозия денгейі	Хром (Cr)		Қорғасын (Pb)		Мырыш (Zn)		Мыс (Cu)		Никель (Ni)	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Кор-1	Аз	-3.8	+5.7	-4.4	-3.4	-9.3	-27.9	-0.1	+0.6	+1.1	+3.4
Кор-2	Орташа	+2.7	-7.1	-3	+5.5	-3.3	-9.7	-2.5	+2.8	+3.8	+8.1
Кор-3	Жоғары	-6.3	-7.3	-7.3	-0.5	-22.2	+16.5	-2.8	+3.7	+7.9	+4.9
Кор-4	Орташа	-4	+5.8	-2.7	+0.6	-13.2	-10.2	-4.8	+0.6	-2.1	+7.4
Кор-5	Аз	-5.3	-9.3	-6.8	+8.8	-7.7	+7.5	-6.4	+5.2	-8.4	+11.8
Ескерту – Жүйелі талдау нәтижесінде автор құрастырған											

Мұндағы сынама алынған кординат-1 Президенттік оба маңындағы жазық алаң, ал кординат 5 машина тұрағы болған тегіс, жазық алаң. Ал қалған 3 кординат жол бойындағы ерекше талқандалған қия беткейлеу келген алаңдар. Әсіресе кординат-3 өзенге жақын, жоғары жағы өр, дөңестеу келген алқап. Сондықтанда мұнда жауын шашын, еріген қар

суынан жолдың үстіндегі топырақ қабаты толық ағып кеткен.

Хром, қорғасын, мырыш, мыс қатарлы ауыр металдар жол үстінде біршама азайған, тек никелдің көлемі артқан. Ал жолдың аяқ жағында әр түрлі. Мыспен никелдің көлемі жолдың төмен жағында көбейген болса басқа элементтер әр кординатта әр түрлі.



2-сурет – Топырақ қабатының эрозияға ұшырауы, кординат-2
а)2022 жыл б) 2024 жыл

Топырақтағы мырыштың көлемі барлық кординатта (Кор-3-ті есептемегенде) азаюуын себебін түсіндіру қиын. Егер мырыштың мөлшері шайылу, жауын шашын эрозиясы арқылы азайған деп көрсек, эрозия аз жүрілген Кор-1,5-те де азайған. Ал таза топырақтың сынамасы алған жерлер сондай бір эрозияға ұшырамаған. Сондықтан мұны түсіндіру қиынға соғуда.

Жол бойында бұрын саз батпақты, тоқтау сулар мол, шөбі мол, шалғынды, жолдар батпақты болған болса соңғы жылдары мұнда саз батпақтар кеуіп, жолдағы тоқтау сулар жоғалған. 2024 жылы жазда шалғынды шөптер азайып, шөптер қысқа өскен, ерте сарғайған. Және жол үстіндегі батпақтар кеуіп, жол батпақсыз, барлық машина жүре алатындай деңгейге жеткен. Жалпылама алғанда мұндағы саз батпақтар кеуіп, жауын шашын мөлшері азайған. Және жолдың үстіндегі жұмсақ қара топырақтар шайылып, қатты тастақтау қабаты шығып қалған. Мұнда яғни табиғи жолмен тазарудан гөрі шайылу салдарынан ауыр металдың деңгейі азайғаны белгілі болды.

Қорытынды

Моңғол Алтай және Қазақстандық Алтай жотасындағы туристер көп қыдыратын аумақтарда көліктер әсерінен топырақ қабаты ауыр металдармен ластанғаны туралы зерттеуді 2022 жылы жүргізіп, 2023 жылы басылып шықты. Осы зерттеу нәтижесінде Моңғол Алтай жотасында “Алтай Бес Богда” ұлттық паркіне кіретін көлік қозғалысын шектеген. Дәл осы шешім шыққаннан кейін авторлар ластанған топырақтың құрамындағы ауыр металдың өзгеруін бақылау, табиғи жолмен тазару процессі бар жоғын анықтау мақсатында зерттеу ұйымдастырған. Зерттеу экспедициясы Моңғолияда 2024 жылы Тамыз айында ұйымдастырылып, бұрын сынама алған 5 кординаттан “конверт” амалы бойынша сынама алып, топырақтағы хром, қорғасын, кадмий, мыс, мырыш, никель қатарлы ауыр элемент көлемі анықталды.

Ауыр металдың деңгейін 2022 жылғы көрсеткішпен салыстырғанда таза топырақтағы

көрсеткіштерде көп өзгеріс жоқ. Ал “жолдың үсті”-нде хром -3.8-6.3 мг/кг-ға азайып, жолдың төмен жағында 3 координатта -7.1-9.3 мг/кг-мен азайып, 2 координатта 5.7 мг/кг-пен көбейген. Бұл жол үстіндегі топырақтағы хром шайылып басқа жаққа ағып кеткенін көрсетеді. Ал жол үстіндегі қорғасын мөлшері 2.7-6.8 мг/кг-ға азайып, жолдың төменгі жағына жинақтала бастағаны анықталды. Жолдың аяқ жағындағы топырақтағы қорғасын мөлшері 5.5-8.8 мг/кг-ға дейін артқан.

Ең көп өзгеріс мырыш элементінде байқалды. Координат-1 де эрозия аз болғанымен жол үстіндегі мырыштың көлемі 9.3 мг/кг-ға, жолдың төмен жағында 27.9 мг/кг-ға азайған. Мұндай

мол мөлшердегі өзгеріс орташа эрозияға ұшыраған Координат-4-те байқалды. Ал координат 3 және 5-те жол үстіндегі мырыш көлемі азайғанымен жолдың төмен жағында біршама молайған. Ал мыспен никелдің көлемі барлық координатта жол үстінде азайып, жолдың төмен жағында көбейген. Ауыр металдың деңгейі өзгеруіне ең бірінші себеп жауын, шашын суы арқылы топырақ қабаты шайылуы деп түйіндедік. Және де әр координатта эрозия деңгейін анықтап, ондағы өзгерістерге қысқаша анықтама берілді. Топырақ қабаты өзгерісін көрсету үшін 2022 және 2024 жылғы суреттер ұсынылды. Мұндағы ластану процесі тікелей көліктерге байланысты туралы нақты деректер келтірілді.

Әдебиеттер

- Badyelgajy, Y., Onerkhan, G., Kapsalyamov, B. A., Saspugayeva, G. Y., & Durmekbayeva, Sh. N. (2022). Damage of soil cover due to the impact of tourism in the Altai Mountains. *Eurasian Journal of Ecology, Al-Farabi Kazakh National University*, 73(4), 37–49.
- Aizen, E. M., Aizen, V. B., Melack, J. M., Nakamura, T., & Ohta, T. (2001). Precipitation and atmospheric circulation patterns at mid-latitudes of Asia. *Climatology*, 21(5), 535–556.
- Braden, K. A., & Prudnikova, N. B. (2008). The challenge of ecotourism development in the Altai Region of Russia. *Tourism Geographies*, 10(1), 1-21.
- Ердаuletов, С. Р. (1989). *Туризм Казахстана: учебное пособие*. Алма-Ата. ISBN 5-620-00199-7.
- Government of Mongolia. (1996). *The Master Plan of Tourism Development in Mongolia 1995-2005*. Resolution of the Government of Mongolia, No. 167. Ulaanbaatar.
- Great Khural of Mongolia. (2016). *Concept of Sustainable Development of Mongolia-2030*. Ulaanbaatar.
- Great Khural of Mongolia. (2020). *Vision-2050: Long-term Development Policy of Mongolia*. Ulaanbaatar.
- UNDP & GEF of Russian Federation. (2011). *Biodiversity Conservation in the Russian Portion of the Altai-Sayan Ecoregion*. Ministry of Natural Resources (MNR) of the Russian Federation.
- Chlachula, J. A., Zhensikbayeva, N. Z., Yegorina, A. V., Kabdrakhmanova, N. K., Czerniawska, J., & Kumarbekuly, S. (2021). Territorial assessment of the East Kazakhstan geo/ecotourism: Sustainable travel prospects in the southern Altai area. *Geosciences (Switzerland)*, 11(4), 5-21.
- JICA & MTD. (1999). *Mongolian Tourism Master Plan*. JICA, Ulaanbaatar.
- Castner, J., & Pacific Environment. (2019). *The Golden Mountains of Altai*. Altai Alliance.
- Өнерхан, Г., Скипин, Л., Баделгажы, Е., Жұмай, Е., & Сыздықов, Е. (2023). Мұнай өнімдерімен ластанған топырақты биоремедиациялау. *ҚазТБҰ Хабаршысы*, 21(4), 105–114.
- Yerbakhyt, B., et al. (2023). The amount of tourist waste in the Altai Mountains: Mongolia and Kazakhstan cases. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 14(1), 283–292.
- Mongolian Agency for Standard Metrology. (2008). *Soil quality: Soil pollutants, elements, and substances*. MNS 5850:2008. Ulaanbaatar, Mongolia.
- Приказ Министра Здравоохранения Республики Казахстан. (2004). *Об утверждении нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ, вредных микроорганизмов и других биологических веществ, загрязняющих почву*. Совместный приказ МЗ РК 30.01.04 № 99 и МОС РК от 27.01.04 № 21-П.
- Приказ Министра Здравоохранения Республики Казахстан. (2021). *Об утверждении гигиенических нормативов к безопасности среды обитания* (№ ҚР ДСМ-32).
- Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. (2006). *Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.7.2042-06: Почва, очистка населенных мест, отходы производства и потребления, санитарная охрана почвы*.
- Memoli, V., Esposito, F., Speranza, C., & Panico, A. (2019). Evaluation of tourism impact on soil metal accumulation through single and integrated indices. *Science of The Total Environment*, 682(2).
- Sun, Q., Sun, Z., Wang, J., & Zhu, W. (2022). Heavy metal pollution and risk assessment of farmland soil in an eco-tourism resort. *Arabian Journal of Geosciences*, 15(6), 156.
- Xu, J., Wang, X., Wang, J., & Hu, C. (2021). Dominant environmental factors influencing soil metal concentrations of Poyang Lake wetland, China: Soil property, topography, plant species, and wetland type. *Catena*, 207(4), 105601.
- Azzahra, S. F., & Faradiba, F. (2019). Impact of soil pollution on increasing temperature in Indonesia. *Asian Journal of Advanced Research and Reports*.

- Сабралиев, Н. С., Рғызбаева, Н. Т., & Нұрланқызы, Ү. (2021). *Қоршаған ортаны автокөліктердің зиянды шығарындыларынан қорғау*. Алматы: ЖШС Лантер Трейд. ISBN 978-601-7607-99-9.
- Оразбаев, Ә. Е. (2017). *Экотоксикология: оқу құралы*. Қарағанды: АҚНҰП. ISBN 978-601-7894-55-9.

References

- Badyelgajy Y., Onerkhan G., Kapsalyamov B.A., Saspugayeva G.Y., Durmekbayeva Sh.N., (2022) Damage of Soil Cover Due to the Impact of Tourism in the Altai Mountains// Eurasian Journal of Ecology, Al-Farabi Kazakh National University., -2022., №73, (4). – P. 37-49.
- Aizen E. M., Aizen V. B., Melack J. M., Nakamura T., Ohta T., (2001) Precipitation and atmospheric circulation patterns at mid-latitudes of Asia // Climatology, №21, (5), – P. 535-556.
- Braden K.A., Prudnikova N.B., (2008) The challenge of ecotourism development in the Altay Region of Russia // Tourism Geographies, №10(1), -P. 1-21.
- Erdavletov S.R. (1989) Turizm Kazahstana: uchebnoe posobie. [Tourism of Kazakhstan, Study book]// Alma-ata. -1989. ISBN 5-620-00199-7. (in Russian)
- Government of Mongolia., (1996) The Master plan of tourism development in Mongolia. 1995-2005, Resolution of the Government of Mongolia, No. 167 of 1996 year, // Ulaanbaatar, (in Mongolian)
- Great Khural of Mongolia., (2016) Concept of sustainable development of Mongolia-2030, // Ulaanbaatar, (in Mongolian)
- Great Khural of Mongolia., (2020) “Vision-2050” Long term Development Policy of Mongolia, // Great Khural of Mongolia, Ulaanbaatar, (in Mongolian)
- UNDP & GEF of Russian Federation., (2011) Biodiversity Conservation in the Russian Portion of the Altai-Sayan Ecoregion., // Ministry of Natural Resources (MNR) of the Russian Federation,
- Chlachula J.A., Zhensikbayeva N.Z., Yegorina A.V., Kabdrakhmanova N.K., Czerniawska J., Kumarbekuly S., (2021) Territorial assessment of the east kazakhstan geo/ecotourism: Sustainable travel prospects in the southern Altai area, // Geosciences (Switzerland), №11(4), – P. 5-21
- JICA&MTD, (1999) Mongolian Tourism master plan, // JICA, Ulaanbaatar,
- Jennifer Castner and Pacific Environment., (2019) The Golden Mountains of Altai, //Altai Alliance,
- Unerhan G., Skipin L., Badyelgazhy Ye., Zhumai Ye., Syzdykov Ye., (2023)., Munai onimderimen lastangan topyraqty bioremediaciyalau [Bioremediation of Soil Contaminated with Petroleum Products]// KazTBU Habarshysy, vol. 4, no. 21, p. 105–114,
- Yerbakhyt B. et. all., (2023) The Amount of Tourist Waste in the Altai Mountains. Mongolia and Kazakhstan Cases.// Journal of Environmental Management and Tourism, (Volume XIV, Spring), №1(65): -P. 283 – 292.
- Mongolian Agency for Standart Metrology., (2008) Soil quality. Soil pollutants elements and substance, MNS 5850 : 2008, // Ulaanbaatar, Mongolia,
- Prikaz Ministra Zdravoohraneniya Respubliki Kazahstan (2021) «Ob utverzhdenii Normativov predel’no dopustimyh koncentracij vrednyh veshchestv, vrednyh mikroorganizmov i drugih biologicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchih pochvu» [On approval of the Standards of maximum permissible concentrations of harmful substances, harmful microorganisms and other biological substances polluting the soil] / Sovmestnyj prikaz MZ RK 30.01.04 № 99 i MOOS RK ot 27.01.04 № 21-P. (in Russian)
- Prikaz Ministra Zdravoohraneniya Respubliki Kazahstan ot 21.04.2021 № KR DSM-32 «Ob utverzhdenii Gigienicheskikh normativov k bezopasnosti sredy obitaniya». [On approval of sanitary standards for safety in the living environment] 16. Order of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan dated 21.04.2021 No. RK DSM-32, (in Russian)
- Federal’nyj centr gigieny i epidemiologii Rospotrebnadzora, (2006) Gigienicheskie normativy GN 2.1.7.2041-06, GN 2.1.7.2042-06 “2.1.7. Pochva, ochistka naselennyh mest, othody proizvodstva i potrebleniya, sanitarnaya ohrana pochvy”, [Hygienic standards GN 2.1.7.2041-06, GN 2.1.7.2042-06 “2.1.7. Soil, cleaning of populated areas, production and consumption waste, sanitary protection of soil”], (in Russian)
- Valeria Memoli., Esposito F., Speranza C., Panico., (2019) Evaluation of tourism impact on soil metal accumulation through single and integrated indices, // Science of The Total Environment., №682(2). May,
- Qifa Sun., Zhuoan Sun., Jianheng Wang., Wei Zhu., (2022) Heavy metal pollution and risk assessment of farmland soil in ecotourism resort, // Arabian Journal of Geosciences, №15(6), -P. 156.
- Jinying Xu., Xiaolong Wang., Jingbo Wang., Chunhua Hu., Dominant environmental factors influencing soil metal concentrations of Poyang Lake wetland, China: Soil property, topography, plant species and wetland type., // Catena, – 2021., vol. № 207(4):105601,
- St Fatimah Azzahra, Faradiba Faradiba, (2019) Impact of Soil Pollution on Increasing Temperature in Indonesia., //Asian Journal of Advanced Research and Reports,
- Sabraliev N.S., Rgyzbaeva N.T., Nurlanqyzy U., (2012) Qorshagan ortany avtokulikterdin ziyandy shygaryndylarynan korgau, [Environmental protection from harmful emissions of automobiles]// Almaty: ZHSHS Lanter Treid, ISBN 978-601-7607-99-9., p. 36. (in Kazakh)
- Orazbaev.Ә.Е. (2017) Ekotoksikologiya: oqu quraly., [Ecotoxicology: textbook] Qaragandy: AQNUR, ISBN 978-601-7894-55-9., p. 64. (in Kazakh)

Авторлар туралы мәлімет

Баделгажы Ербахыт (корреспондент авторы) – Қоршаған ортаны қорғау технологиясы мамандығының докторанты, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, (Астана қ., Қазақстан, эл.пошта: erbahit.tourism@gmail.com);

Капсаямов Бауыржан Ауесханович – техника ғылымдарының докторы, профессор, Қоршаған ортаны қорғауды басқару және инжиниринг кафедрасының профессоры, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, (Астана қ., Қазақстан, эл.пошта: ba.kapsalyamov@gmail.com);

Гүлжайна Өнерхан – биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Қазақ технология және бизнес университеті, (Астана қ., Қазақстан, эл.пошта: guline@mail.ru);

Information about the authors

Badyelgajy Yerbakhyt – doctoral student of Environmental Management and Engineering Department, Faculty of Natural Sciences, Eurasian National University named after L.N. Gumilev, (Astana, Kazakhstan, e-mail: erbahit.tourism@gmail.com);

Kapsalyamov Bauyrzhan Aueskhanovich – Professor of the Environmental Management and Engineering Department, doctor of Engineering Science Faculty of Natural Sciences, Eurasian National University named after L.N. Gumilev, (Astana, Kazakhstan, e-mail: erbahit.tourism@gmail.com);

Onerkhan Gulzhaina – candidate of biological sciences, associate professor, Kazakh University of Technology and Business, (Astana, Kazakhstan, e-mail: guline@mail.ru);

Келіп түсті: 2 қыркүйек 2024 жыл

Қабылданды: 10 наурыз 2025 жыл