

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ө.А Байқоңыров атындағы Тау – кен металлургия институты

«Химиялық процестер және өнеркәсіптік экология» кафедрасы

Казыбай Индира Имантақызы

«Ақтөбе қаласының аумағының экологиялық-геохимиялық жағдайын ағаш
жапырақтарының күліне жүргізілген зерттеулер нәтижелері бойынша бағалау»

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B05205 – «Химиялық және биохимиялық инженерия» ББ

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ө.А Байқоңыров атындағы Тау – кен металлургия институты

«Химиялық процестер және өнеркәсіптік экология» кафедрасы



ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«ХПЖӨЭ» кафедрасының
меңгерушісі, т.ғ.к.,

қауымдастырылған профессор

 Кубекова Ш.Н.
«11» 06 2025 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Ақтөбе қаласының аумағының экологиялық-геохимиялық жағдайын
ағаш жапырақтарының күліне жүргізілген зерттеулер нәтижелері бойынша бағалау»

6B05205 – «Химиялық және биохимиялық инженерия» ББ

Орындаған:

И.И.Казыбай

Рецензент

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық
университеті
«Биология және биотехнология»
факультетінің деканы, б.ғ.д., профессор



Курманбаева М.С.

«11» 06 2025 ж.

Ғылыми жетекші

«Химиялық процестер және өнеркәсіптік:
экология» кафедрасының
аға оқытушысы, б.ғ.к.

Ш.Ж. Садыкова

«11» 06 2025 ж.

Алматы 2025

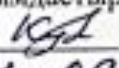
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ө.А Байқоңыров атындағы Тау – кен металлургия институты

«Химиялық процестер және өнеркәсіптік экология» кафедрасы

БЕКІТЕМІН

«ХПЖӨЭ» кафедрасының
меңгерушісі, т.ғ.к.,
қауымдастырылған профессор
 Кубекова Ш.Н.
«11» 06 2025 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Казыбай Индира Имантақызы

Тақырыбы: Ақтөбе қаласының аумағының экологиялық-геохимиялық жағдайын ағаш
жапырақтарының күліне жүргізілген зерттеулер нәтижелері бойынша бағалау

Университет Ректорының 2025 жылғы «29» қаңтарда № 26 бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «13» маусым 2025 жыл.

Дипломдық жұмысты жазуға қажетті бастапқы деректер:

Жапырақ күліндегі ауыр металдардың мөлшерін анықтау, геохимиялық аномалияларды
бағалау, XRF талдау нәтижелері.

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі

*а) Ақтөбе қаласының өнеркәсіптік және урбанизацияланған аудандарында орналасқан
ластаушы көздер*

ә) Ағаш жапырақтарының күлінен элементтік құрамды анықтау әдістемесі

б) Зерттелген үлгілер бойынша геохимиялық көрсеткіштерді қарау

в) Қаланың экологиялық-геохимиялық жағдайын бағалау

г) Геохимиялық карта-схемаларды құрастыру және қорытындыла

Сызбалық материалдар тізімі: дипломдық жұмыста 26-графикалық сурет, 21-кесте
ұсынылған

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 51 атау

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлім атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімі	Ескерту
1. Бөлім. Әдебиет шолу (Ақтобе қаласының аумағының экологиялық-геохимиялық жағдайын ағаш жапырақтарының күліне жүргізілген зерттеулер нәтижелері бойынша бағалау)	31.01.2025 ж.	Орындалды
2. Бөлім. Зерттеу объектісі мен зерттеу әдістері	30.04.2025 ж.	Орындалды
3. Бөлім. Ағаш жапырақтарының күлін элементтік талдау	30.05. 2025 ж.	Орындалды

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушысының аяқталған жұмысқа қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілердің аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылаушы	Ш.Ж. Садыкова, б.ғ.к., аға оқытушы	05.06.2025	

Ғылыми жетекші
аға оқытушы



Ш.Ж. Садыкова

Тапсырманы орындауға
алған білім алушы



И.И. Казымбай

Күні

05.06.2025 ж.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыс Ақтөбе қаласының экологиялық жағдайын бағалауға арналған. Зерттеу әдісі ретінде ағаш жапырақтарының (қара терек) күліндегі химиялық элементтердің құрамын талдау қолданылды. Бұл тәсіл өсімдіктердің қоршаған ортадан ластаушы заттарды жинау қабілетіне негізделген. Жұмыста қаланың негізгі ластану көздері қарастырылып, далалық, зертханалық және камералдық зерттеулер жүргізілді. Жапырақтардың күлі нейтронды-активациялық талдау әдісімен зерттелді, оның нәтижесінде хром элементінің жоғары концентрациясы тіркелді. Сонымен қатар, жұмыс көлемі мен уақыт шығындары есептеліп, табиғатты қорғау шаралары бойынша ұсыныстар жасалды. Бұл зерттеу қоршаған ортаның мониторингі мен болашақ экологиялық бағалауларда қолданылуы мүмкін.

АННОТАЦИЯ

Данная выпускная квалификационная работа посвящена оценке экологического состояния города Актобе. В качестве метода исследования выбран анализ химического состава золы листьев (черного тополя), основанный на способности растений аккумулировать загрязняющие вещества из окружающей среды. В работе рассмотрены основные источники загрязнения, проведены полевые, лабораторные и камеральные исследования. Зола листьев была проанализирована методом нейтронно-активационного анализа, по результатам которого зафиксированы повышенные концентрации хрома. Также выполнены расчёты трудо- и временных затрат, предложены мероприятия по охране окружающей среды. Полученные данные могут быть использованы в экологическом мониторинге и дальнейших оценках состояния среды.

ANNOTATION

This thesis is devoted to the assessment of the environmental condition of the city of Aktobe. The chosen research method is the analysis of the chemical composition of poplar leaf ash, based on the ability of plants to accumulate pollutants from the environment. The study examines major pollution sources and includes fieldwork, laboratory testing, and office-based (desk) analysis. Ash samples were analyzed using neutron activation analysis, revealing elevated concentrations of chromium. The study also includes calculations of time and labor expenditures and provides recommendations for environmental protection. The findings can be applied in future environmental monitoring and assessment programs.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	11
1 Урбанизацияланған аймақтардың қоршаған орта жағдайын бағалау үшін биогеохимиялық әдісті қолдану.....	13
1.1 Геоэкологиялық зерттеулердегі биогеохимиялық әдіс.....	13
1.2 Ақтөбе қаласы аумағының әкімшілік-географиялық және геоэкологиялық сипаттамасы.....	16
1.3 Ақтөбе қаласының геоэкологиялық сипаттамасы	19
2 Сынамаларды іріктеу әдістемесі және талдау әдістері	22
2.1 Зерттеу нысандары мен әдістері.....	22
2.2 Ағаш жапырақтарынан үлгі алу және дайындау.....	22
2.3 Элементтік құрамды анықтау (XRF әдісімен Vanta Element-S құрылғысы арқылы)	25
3 Ақтөбе қаласы аумағындағы қалалық топырақтар мен қара терек жапырақтарының күліндегі химиялық элементтердің таралу ерекшеліктері.....	27
3.1 Қара терек жапырағының күліндегі элементтік құрамның ерекшеліктері.....	27
3.2 Элементтік құрам негізінде аумақты жіктеу.....	27
3.3 Қара терек жапырағының күліндегі элементтік құрам және аумақтық жіктеу.....	33
3.4 Ақтөбе қаласы аумағындағы биогеохимиялық көрсеткіштердің өзгерісі	37
3.5 Ақтөбе қаласының аумағындағы хромның биогеохимиясы.....	44
Қорытынды.....	45
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі.....	46
Қосымша А.....	59
Қосымша Б.....	61
Қосымша В.....	65
Қосымша Г.....	70

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Дипломдық жұмыста келесі стандартты құжаттарға сілтемелер жасалды:

ГОСТ 12.1.012–98	Қауіпсіздік стандарттар жүйесі. Вибрациялық қауіпсіздік. Жалпы талаптар.
СНиП 23-05-95	Құрылыс нормалары мен ережелері. Өндірістік және оқу бөлмелерін жасанды жарықпен қамтамасыз ету нормалары.
ССН, 1 және 2 шығарылым	Геологиялық, лабораториялық және камеральдық жұмыстарды ұйымдастыру мен еңбек шығынын есептеу нормалары.
Экологиялық кодекс (ҚР), 22-бап ICCSR 26000:2011/ ISO 26000	Қоршаған ортаны ластануға қарсы қорғау мен мониторинг жүргізу тәртібі. Корпоративтік әлеуметтік жауапкершілік бойынша халықаралық ұсынымдар.

АНЫҚТАМАЛАР

Биогеохимия – тірі организмдердің қатысуымен жүретін химиялық элементтердің миграциясы, түрленуі мен таралу заңдылықтарын зерттейтін ғылым саласы.

Геохимиялық аномалия – табиғи фонмен салыстырғанда химиялық элементтердің мөлшерінің күрт жоғарылауы немесе төмендеуі байқалатын аумақтық ерекшелік.

Биоиндикатор – қоршаған ортадағы өзгерістерге (мысалы, ластануға) ерекше сезімтал организм немесе организм тобы. Олар экожүйе жай-күйінің биологиялық көрсеткіші ретінде қолданылады.

Элементтік құрам – белгілі бір заттың немесе объектінің құрамындағы химиялық элементтердің сандық мөлшері.

Күлдендіру – өсімдік үлгісінен органикалық заттарды жою арқылы оның құрамындағы бейорганикалық (элементтік) қалдықтарды анықтау мақсатында жоғары температурада қыздыру процесі.

Урбанизацияланған аумақ – адам әрекеті нәтижесінде табиғи орта елеулі өзгеріске ұшыраған, тұрғын үй, өнеркәсіп, көлік және басқа инфрақұрылыммен жабдықталған аймақ.

Мониторинг – қоршаған ортаның жай-күйін жүйелі түрде бақылау, бағалау және болжау процесі.

Фитоиндикатор – өсімдіктердің морфологиялық немесе физиологиялық өзгерістері арқылы ластану деңгейін көрсететін индикатор.

Геохимиялық фон – белгілі бір элементтің табиғи ортада қалыпты, яғни ластанбаған жағдайдағы мөлшері.

Қауіптілік көрсеткіші – зиянды заттың адам денсаулығына немесе экожүйеге әсер ету деңгейін сипаттайтын сандық мән.

БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

INAA – Neutron Activation Analysis – Нейтронды-активациялық талдау
AAS – Atomic Absorption Spectrometry – Атомдық-абсорбциялық спектрометрия
XRF – X-ray Fluorescence – Рентген-флуоресценттік талдау
MS – байланысқан плазмалық масс-спектрометрия
ICP – Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry – Индуктивті
GIS – Geographic Information System – Геоақпараттық жүйе
БСК – Биологиялық сіңіру коэффициенті
АЛИ – Ауа ластану индексі
ШРК – Шекті рұқсат етілген концентрация
HQ – Hazard Quotient – Қауіп көрсеткіші
Cr – Хром
Fe – Темір
Zn – Мырыш
Pb – Қорғасын
Cd – Кадмий
Au – Алтын
Cu – Мыс
Mn – Марганец
Ni – Никель
ppm – миллион үлестің бір бөлігі (мг/кг)
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – микрограмм/текше метр – ауадағы зат мөлшері өлшем бірлігі

ФОРМУЛАЛАЛЫҚ БЕЛГІЛЕУЛЕР

C_{max} – Заттың ең жоғары концентрациясы (мг/кг немесе мг/м³): Үлгідегі заттың шекті жоғары мөлшері

C_{min} – Ең төмен концентрация (мг/кг немесе мг/м³): Белгілі бір заттың ең аз концентрациясы

$\bar{X}$ – Орташа мән : Барлық өлшемдердің арифметикалық орташа мәні

S – Орташа квадраттық ауытқу : Деректердің орташа мәннен ауытқу дәрежесі

V – Вариация коэффициенті (%): $V = (S / \bar{X}) * 100\%$

$K_{био}$ – Биологиялық сіңіру коэффициенті : Өсімдіктегі концентрация / топырақтағы концентрация

HQ – Қауіп көрсеткіші : Зиянды заттың организмге әсерінің тәуекелі

Σ – Жиынтық : Барлық мәндердің қосындысы

R – Корреляция коэффициенті : Шамалар арасындағы өзара байланыс көрсеткіші

P – Сенімділік деңгейі : Статистикалық маңыздылық деңгейі

n – Үлгі саны (дана): Зерттелген үлгілер саны

L_{geo} – Геохимиялық ластану индексі

КІРІСПЕ

Жұмыстың өзектілігі. Бүгінгі таңда ең өзектісі - қоршаған орта факторлары мен тірі организмдер арасындағы байланысты көруге мүмкіндік беретін кешенді зерттеулер. Тәжірибелік тұрғыдан ең маңыздысы аумақтың ерекшеліктерін анықтауға және экологиялық апат аймақтарын белгілеуге әкелетін биогеохимиялық зерттеулер.

Бұл зерттеулер аумақтың экологиялық және геохимиялық жай-күйі туралы қорытынды жасауға және тиісінше халықтың денсаулық жағдайын болжауға мүмкіндік беретіндіктен өзекті болып табылады.

Қазіргі жағдайда антропогендік факторлардың қоршаған ортаға кері әсері күрделі мәселе болып табылады, оны зерттеуге барған сайын көбірек көңіл бөлінуде. Биосфераның техногендік ластануының көбеюі негізінен қалалардың елді мекендерінде орналасқан және іс жүзінде санитарлық қорғау аймақтары жоқ өнеркәсіптік кәсіпорындардың қызметімен байланысты. Бұл күрделі геоэкологиялық жағдайды тудырады. Бұл аумақтардың өсімдіктері күшті техногендік әсерге ұшырайды және ауа мен топырақ ерітінділерінен осы кәсіпорындар беретін спецификалық емес «техногендік» элементтерді белсенді түрде сіңіреді. Осы техногендік құбылыстарға жоғары сезімталдыққа ие өсімдіктер әртүрлі химиялық элементтермен ластану тұрғысынан қоршаған орта жағдайының жақсы биоиндикаторы болып табылады [1].

Биогеохимиялық әдіс бастапқыда жер бетіне жетпейтін пайдалы қазбаларды іздеу үшін жасалған. Дегенмен, өнеркәсіптік өндірістің қоршаған ортаға техногендік әсерінің ықпалында минералдық заттардың техногендік ағындарының пайда болуына байланысты урбанизацияланған аумақтардың ауыр металдармен ластануын көрсету және бағалау үшін де өте перспективалы болып табылады [2].

Өсімдік жамылғысының геохимиялық сипаттамаларын зерттеу аумақтың табиғи ерекшелігін объективті бағалауды қамтамасыз етеді, ал өсімдіктердің құрамында өнім болған жағдайда нақты химиялық элементтерді қабылдаудың жоғарылауы байқалады.

Зерттелетін қаланың негізгі зерттелетін сүректі өсімдігі – техногендік жүктеменің өзгеруіне байланысты жапырақтарының элементтік құрамы қарқынды өзгертін терек. негізгі зерттелген ағаш өсімдіктерінің бірі – терек, оның жапырағының элементтік құрамы техногендік жүктеменің өзгеруіне байланысты айтарлықтай өзгеріске ұшырайды.

Ағашты өсімдіктерді зерттеумен қатар топырақ жамылғысын зерттеу де назар аударуды қажет етеді. Қала жағдайында топырақ улы шығарындыларды сіңіретін және белгілі бір дәрежеде бейтараптандыратын қуатты сүзгі болып табылады [3-9].

Бұл жұмыстың мақсаты – жақсы сорбциялық параметрлері бар және ТМД қалаларында кең таралған қара терек (*Populus Nigra* L.) күлінің элементтік құрамы негізінде Ақтөбе қаласы аумағының экологиялық және геохимиялық жағдайын бағалау.

Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды:

1. Аумақтың геоэкологиялық жағдайын және осы аумақтың геохимиялық ерекшелігі бойынша бұрын жүргізілген зерттеулерді зерттеу
2. Қара терек жапырағы күлі мен қала топырағының элементтік құрамын анықтаңыз.
3. Элементтік құрам мәліметтеріне және геохимиялық көрсеткіштерге талдау жүргізу
4. Осы көрсеткіштерді пайдалана отырып территорияны райондау
5. Халықтың аурушандығы бойынша қорытынды жасау және қала аудандарының жағдайын бағалау.

Зерттеу нысаны: Ақтөбе қаласында жиналған қара терек жапырақтарының күлі (*Populus nigra* L), сонымен қатар осы аумақтардың топырағы.

Зерттеу пәні: Ақтөбе қаласынан жиналған қара терек жапырақтарының (*Populus nigra* L) күліндегі химиялық элементтердің деңгейі.

Зерттеу әдістері:

- Зерттелетін үлгілердегі элементтерді анықтау үшін EDXRF (NEX CG II) спектрометрі қолданылды.

- Ақтөбе қ. Аумағындағы қара терек (*Populus nigra* L) жапырақтарының күлінің құрамындағы химиялық элементтерді талдау бойынша қала территориясының химиялық заттармен ластануының ГАЖ-карталары ArcGIS 10.1 бағдарламасының көмегімен тұрғызылды.

1 Урбанизацияланған аймақтардың қоршаған орта жағдайын бағалау үшін биогеохимиялық әдісті қолдану

1.1 Геоэкологиялық зерттеулердегі биогеохимиялық әдіс

В.И. Вернадский өткен ғасырдың 30-жылдары Жердің геологиялық қабығы ретінде биосфераның ғылыми биогеохимиялық тұжырымдамасын (концепциясын) жасады. Оның құрылымы мен энергетикасы планетаның геологиялық тарихы барысында тірі заттардың қызметі нәтижесінде қалыптасқан. Ол химиялық элементтер атомдарының миграциясы тұрғысынан тіршілікті зерттейтін жаңа ғылыми бағыт – биогеохимияның негізін қалаушы болып табылады [1-8].

Биогеохимия – тірі материяның (заттың) элементтік құрамын және оның биосферада химиялық элементтер мен олардың қосылыстарының миграциясына, түрленуіне және шоғырлануына әсерін зерттейтін жүйелі ғылым, сондай-ақ организмдердің қатысуымен жүретін геохимиялық үдерістерді, олардың геохимиялық ортамен өзара әрекеттесуін және биосфераның геохимиялық қызметтерін қарастыратын білім жүйесі, жүйелі ғылым [9].

Биогеохимияның зерттеу нысаны – организмдер мен қоршаған орта арасындағы химиялық элементтер мен олардың қосылыстарының миграциясы жүретін үдерістер мен механизмдер. Биогеохимия – жүйелі ғылым. Оның дамуы В.И. Вернадскийдің шәкірттері мен ізбасарларының арқасында мүмкін болды [10].

Соңғы 20 жыл ішінде биогеохимия ғылымының дамуына елеулі үлес қосқан ғалымдар қатарында ең алдымен В.В. Добровольскийді, А.И. Перельманды және А.Л. Ковалевскийді атап өткен жөн.

Биогеохимиялық зерттеулер түсті және сирек металдар кендерінің, атом өнеркәсібіне қажетті шикізаттың және басқа да пайдалы қазбалардың көптеген кен орындарын ашуда маңызды рөл атқарды.

Биогеохимиялық әдістердің өзі тірі табиғаттың әртүрлі нысандарының (өсімдіктер, жануарлар және т.б.) химиялық құрамын зерттеуді қамтиды. Бұл әдістердің ішінде ең кең таралғаны — фитогеохимиялық әдіс. Мысалы, мынадай жағдайлар анықталған: мырыш кен орындары орналасқан аудандардағы галмейлі топырақта өсетін галмейлі фиалкада мырыштың мөлшері жоғары болады; баритті топырақтарда өсетін өсімдіктерде барий көп кездеседі; турмалинге бай аудандардың өсімдіктерінде бериллий жоғары мөлшерде болады (Ферсман, 1934; Виноградов, 1954, 1957 және т.б.).

В.И. Вернадскийдің [3] анықтамасы бойынша, тірі организмдер – шашыраңқы сирек заттар мен химиялық элементтердің концентраторлары және жинақтаушылары болып табылады. Бұл процестерде, әсіресе, жер бетінде жүретін геохимиялық үдерістерге ықпал ететін өсімдіктер мен микроорганизмдердің рөлі зор. Пайдалы қазбаларды батпақты жерлерде

іздістіру кезінде, топырақ үлгілерін алу қиындаған жағдайда, өсімдіктерді пайдалану топыраққа қарағанда тиімді болып табылады.

Өсімдіктер мониторингі – табиғи және антропогендік факторлардың әсерінен өсімдік жамылғысы динамикасын зерттеудің негізгі әдістерінің бірі. Өсімдіктер – қоршаған ортаның жағдайын сипаттайтын өте маңызды әрі қызықты нысан. Дәл осы өсімдіктерде топырақ жамылғысында және атмосфералық ауада кездесетін зиянды химиялық заттар мен элементтер жиналады. Өсімдіктер – сезімтал нысан, ол белгілі бір аймақтағы әсер етуші факторлардың жиынтығын бағалауға мүмкіндік береді, өйткені олар заттарды бойына сіңіреді және бір мезгілде екі ортадан – топырақ пен ауа – тікелей әсерге ұшырайды. Өсімдіктердің бекінген өмір салтын жүргізетініне байланысты, олардың ағзасының жағдайы нақты жергілікті мекен ету ортасының жай-күйін көрсетеді. Өсімдіктерді пайдаланудың ыңғайлылығы – зерттеуге арналған материалды жинаудың қолжетімділігі мен қарапайымдылығында.

Қоршаған орта құрамдас бөліктерінің кез келген ластануы халықтың денсаулығына тікелей немесе жанама түрде әсер етеді. Бұл әсердің дәрежесін мұқият зерттеп, қатаң бақылау қажет, себебі мүмкіндігінше оның теріс салдарынан аулақ болу керек [18].

Өсімдіктердің, әсіресе олардың күлінің құрамындағы химиялық элементтерді зерттеу – пайдалы қазбаларды іздеуде биогеохимиялық әдістің негізгі тәсілдерінің бірі болып табылады. Бұл әдістің теориялық негізін академиктер В.И. Вернадский мен А.П. Виноградовтың химиялық элементтердің шашырау ореолдары (сәулелері) туралы ілімі құрайды. Осы ілімге сәйкес, қандай да бір минералдың кен орнында оның құрамына кіретін элементтің мөлшері жоғары болатын аймақ – шашырау ореолы байқалады. Бұл аймақта мекендейтін өсімдіктер бұл элементке әртүрлі әсер етеді. Кейбір өсімдіктер бұл элементті өз тіндерінде жинақтайды (концентрлейді/ шоғырландырады), ал басқалары оны жинамайды [4,5]. Ал бейімделмеген, әдеттегі емес концентраторлар бұл элементті тек топырақта немесе аналық жыныста оның артық мөлшері болған жағдайда ғана жинақтайды. Осындай өсімдіктер – индикатор ретінде ең құнды болып табылады. Осы әдіс арқылы хром, мырыш, мыс, вольфрам, күкірт және басқа да кейбір элементтердің кен орындары ашылды.

Қара терек – биіктігі 30–35 метрге, діңі 1–2 метрге дейін жететін ірі ағаш. Тамыр жүйесі жақсы тармақталған. Ол жер бетіне жақын және қиғаш бағытта таралатын тамырлардан, сондай-ақ топыраққа терең бойлайтын якорлық тамырлардан тұрады. Ағаштың төменгі бөлігі құммен немесе лаймен жабылған жағдайда қосымша тамырлар пайда болып, екінші деңгей (ярус) түзеді. Күшті (Қуатты) тамыр жүйесі ағаштың жалпы массасының жақсы өсуін қамтамасыз етеді және су тасқыны кезіндегі ағын су мен мұз қозғалысына, сондай-ақ екпінді қатты жел соққыларына төтеп беріп, оның орнықтылығын арттырады. Қара терекке желмен құлау (желсұлатпа- Ветровал) тән емес.



Сурет 1 – Қара терек

Қара терек (1-сурет) микротермофиттерге жатады — бұл қатал әрі ұзаққа созылатын қыста тіршілігін тыныш күйде сақтай отырып, жоғары қысқы төзімділік көрсететін суыққа төзімді өсімдіктер.

Қара терек шаруашылық тұрғысынан құнды бірқатар биологиялық қасиеттерге ие, бұл оны құрылыс пен өнеркәсіпте, елді мекендерді көгалдандыруда, орман шаруашылығында, қорғаныш мақсатындағы орман өсіруде, бүлінген ландшафтарды рекультивациялау, мелиорация жұмыстарында жағалауларды, беткейлерді, жыраларды бекіту үшін, сондай-ақ медициналық мақсаттарда кеңінен қолдануға мүмкіндік береді. *Populus L.* туысына жататын ағаштар түтінге төзімді, діндерінің қызып кетуіне шыдамды, сондықтан олар өндірістік қалаларды көгалдандыруда жиі пайдаланылады.

1.2 Ақтөбе қаласы аумағының әкімшілік-географиялық және геоэкологиялық сипаттамасы

Ақтөбе қаласының әкімшілік-географиялық сипаттамасы

Қазақстан Республикасы – Еуразия құрлығының орталық бөлігінде орналасқан мемлекет, оның басым бөлігі Азияға, ал аз бөлігі Еуропаға жатады. Ол Каспий теңізі, Төменгі Еділ бойы, Орал, Сібір, Қытай және Орта Азия елдерінің аралығында орналасқан (2-сурет).

Жер аумағы бойынша Қазақстан дүние жүзіндегі мемлекеттер арасында тоғызыншы орынды иеленеді (2 724,9 мың км²). Солтүстігі мен батысында Ресеймен, шығысында Қытаймен, ал оңтүстігінде Қырғызстанмен, Өзбекстанмен және Түрікменстанмен шектеседі. Ел аумағын құрлық ішіндегі Каспий және Арал теңіздерінің сулары шайып жатыр. Қазақстан — Дүниежүзілік мұхитқа тікелей шығатын жолы жоқ ең ірі мемлекет [1].

Ақтөбе - Ақтөбе облысының әкімшілік орталығы. Ол еліміздегі ірі индустриялық, іскерлік және мәдени орталықтардың бірі болып табылады. Қала 1869 жылы Қарғалы мен Елек өзендерінің қосылар тұсындағы қырат етегінде (осыдан атауы — «Ақ төбе» шыққан) негізі қаланған.

2012 жылғы 1 мамырдағы алдын ала деректер бойынша облыс халқының саны 789,5 мың адамды құрады, оның ішінде қалалықтар — 487,3 мың адам (61,7%), ауыл тұрғындары — 302,2 мың адам (38,3%). 2012 жылдың басымен салыстырғанда халық саны 3,2 мың адамға немесе 0,40%-ға өскен, бұл туылғандар санының артуымен байланысты [2].



Сурет 2 – Қазақстан Республикасының әкімшілік-аумақтық орналасуының карта-сұлбасы

Ақтөбе облысы - Қазақстанның батыс бөлігінде, Елек өзенінің (Жайық өзенінің саласы) аңғарында орналасқан облыс. Облыс Қазақстанның алты облысымен, Өзбекстан Республикасының бір автономиялық құрылымымен және Ресей Федерациясының бір облысымен шектеседі: солтүстігінде - Ресей

Федерациясының Орынбор облысымен; солтүстік-шығысында - Қазақстанның Қостанай облысымен; оңтүстік-шығысында - Қазақстанның Қарағанды және Қызылорда облыстарымен; оңтүстігінде - Өзбекстан Республикасындағы Қарақалпақстанмен; оңтүстік-батысында - Маңғыстау облысымен; батысында - Атырау облысымен; солтүстік-батысында - Батыс Қазақстан облысымен шектеседі (3-сурет).



Сурет 3 – Ақтөбе облысының картасы

Облыстың климаты жалпы алғанда ыстық, құрғақ жазымен және суық, қар аз түсетін қысымен сипатталады. Ақтөбе облысының климаттық ерекшеліктеріне қыстан жазға өтудің жылдамдығы, көктем мезгілінің өте қысқа болуы, атмосфералық жауын-шашынның тұрақсыздығы мен тапшылығы, ауаның жоғары құрғақтығы, булану үдерістерінің қарқындылығы және көктем-жаз мезгілдері бойы тікелей күн радиациясының мол түсуі жатады. Жаз мезгілінде жиі құрғақ желдер (суховейлер), ал қыс мезгілінде борандар байқалады.

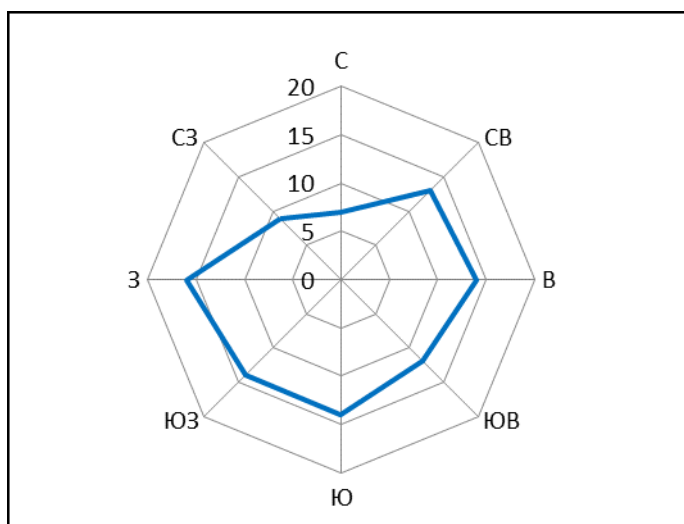
Облыстың климаты күрт континентальды: қыс ұзаққа созылып, тұрақты қар жамылғысы қалыптасады, қаңтар айының орташа температурасы $-15-16^{\circ}\text{C}$. Жазы құрғақ әрі ыстық, шілде айындағы орташа температура $+22-25^{\circ}\text{C}$ шамасында.

Облыстың ішкіконтиненттік географиялық орналасуы және негізінен жазық жер бедері климаттың континентальдылығы мен құрғақшылығын анықтайды. Бұл көрсеткіштер солтүстік-батыстан оңтүстік-шығысқа қарай арта түседі (4-сурет). Облыс аумағының дәл ортасынан, шамамен 40° солтүстік ендік бойымен, шығыстан батысқа қарай қыс мезгілінде Сібір антициклонының батыс тармағы мен жазда Азор антициклонының шығыс тармағының әсерінен жоғары қысым осі өтеді (1-кесте).

Қала климаты да күрт континентальды сипатқа ие. Жаз мезгілі жылы: жылдың бес айында тәуліктік орташа температура 20°C -тан асады. Қыс мезгілі біршама жұмсақ әрі суық, қар жамылғысының ең жоғарғы қалыңдығы ақпан айында байқалады (31 см).

Кесте 1 – Ақтөбе қаласы бойынша желдің бағыттары мен штильдердің жылдық үлесі, % [3]

Бағыт	Қаңтар	Ақпан	Наурыз	Сәуір	Мамым	Маусым	Шілде	Тамыз	Қыркүйек	Қазан	қараша	Желтоқсан	Жыл
С	3	4	5	6	9	11	15	14	8	8	4	3	7
СШ	10	15	16	17	14	15	18	14	10	9	11	10	13
Ш	12	15	19	19	13	14	14	11	10	8	15	13	14
ОШ	14	14	14	13	10	10	7	9	11	13	13	15	12
О	24	17	15	12	11	10	6	9	12	15	16	20	14
ОБ	18	16	13	12	14	11	7	11	17	16	15	18	14
Б	14	14	13	13	17	16	16	16	20	19	18	14	16
СБ	5	5	5	8	12	13	17	16	12	12	8	7	10
Штиль	20	18	18	17	19	20	23	26	26	22	17	21	21



Сурет 4 – Ақтөбе қаласының жел розасы

Аймақтың **өсімдік жамылғысы** алуан түрлі. Облыстың орталық бөлігінде Дала мен шөлді аймақтар арасындағы ірі ботаникалық-географиялық шекара өтеді. Климаттық жағдайлардың ендік бойынша бөлінуіне сәйкес дала өсімдіктерінің төрт субзональды түрін ажыратады: құрғақ, орташа құрғақ, құрғақ және шөлейттенген және шөлдердің екі субзональды түрі: далалық және нағыз шөлдер. Сонымен қатар, өсімдік жамылғысының аймақшілік түрлері өзен аңғарларында, сай түбінде, сайда, сортаңдарда кең таралған. Зоналық заңдылық (аймақтық белдеулердің жиынтығы, олардың конфигурациясы және ендік ауқымы) климаттық (барған сайын талғампаз климат) және орографиялық факторлармен (рельефтің біркелкі еместігі, жоталардың, биіктіктердің, ойпаттардың болуы және т.б.) анықталады. Осы факторлардың барлығы

өсімдіктер бірлестігінің флористикалық және басым құрамын, олардың кеңістіктік құрылымы мен динамикасын анықтайды.

1.3 Ақтөбе қаласының геоэкологиялық сипаттамасы

Ақтөбе облысы Қазақстандағы хром өнеркәсібінің танылған орталығы болып табылады. "Ақтөбе хром қосындылары зауыты" АҚ және "Ақтөбе ферроқорытпа зауыты" еліміздің экономикасы үшін құнды өнім шығара отырып, қоршаған ортаны уытты элементтер кешенімен ластайды, олардың ішінде канцерогендік әсері бар заттар да бар, атап айтқанда алты валентті хром. Қазақстандық зерттеушілердің мәліметтері бойынша, облыс аумағында орныққан хромдық биогеохимиялық провинция қалыптасқан [1, 2], мұнда жыл сайын хромның биосферадағы қозғалысы (су-топырақ-өсімдік-жануар-адам) артып келеді.

Ауадан шөгетін хром қосындылары ең алдымен топырақ пен су қоймаларын ластайды. Хром өндірістік ағын сулар құрамында, сондай-ақ хром бар топырақ шайындысымен су қоймаларына түседі. Ашық және жерасты су көздері хромның еритін тұздарын қамтитын атмосфералық жауын-шашынмен де ластанады. Хром топырақтан өсімдіктерге, жерүсті және жерасты суларға жоғары көші-қон қабілетіне ие. Ол топыраққа хром бар кендердің бұзылуы, өсімдіктер мен микроағзалардың ыдырауы нәтижесінде түсуі мүмкін [5].

Табиғи процестер, мысалы эрозия және минералдардың шайылуы нәтижесінде хром белсендіріледі және физикалық түрде топырақта, суда және ауада кездеседі. Үш валентті хром (Cr^{3+}) төмен ерігіштікке ие және биологиялық тұрғыда қолжетімсіз болып табылады, сондай-ақ антропогендік металдық хром, хромқұрамды қорытпалар мен үш валентті хромды қамтитын ерімейтін өнімдер (мысалы, хромның қос тотығы) едәуір дәрежеде инертті болып саналады [6].

Алты валентті хромның (Cr^{6+}) қоршаған ортаға әсері оның салыстырмалы түрде қозғалғыш ион және күшті тотықтырғыш қасиетіне байланысты. Хром анионы тек оның концентрациясы топырақтың сіңіру және тотықсыздандыру қабілетінен жоғары болған жағдайда ғана қозғалғыш күйде сақталады [4, 7].

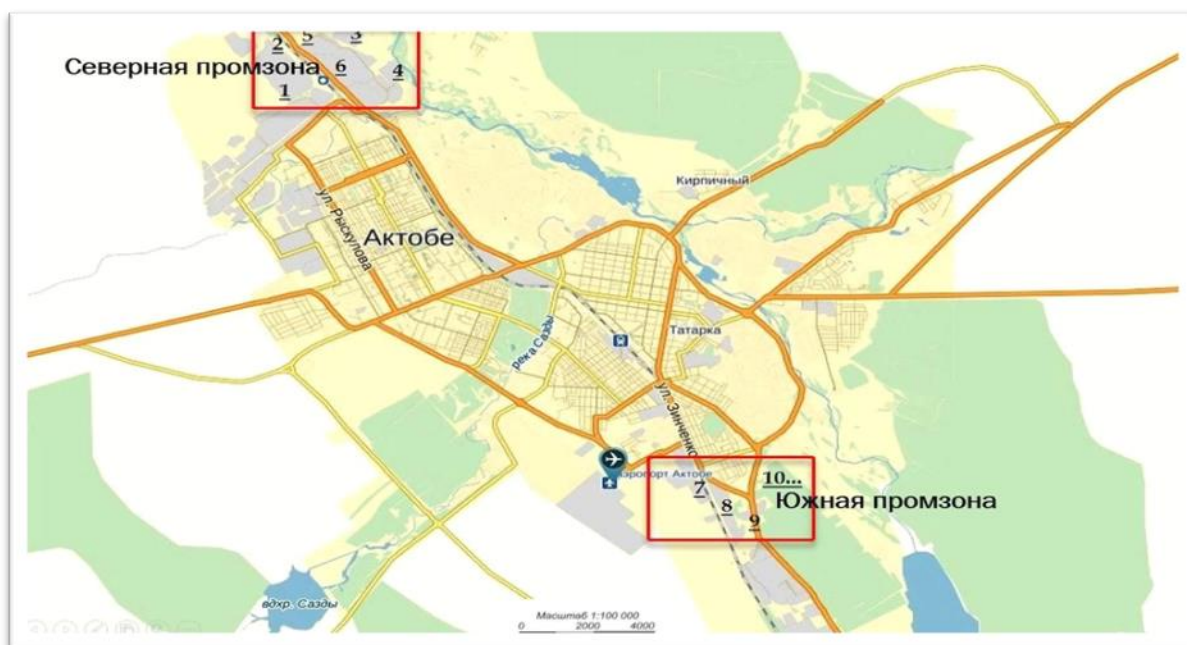
Ақтөбе қаласы республикадағы өнеркәсібі дамыған орталықтардың бірі. Қала аумағында 120-дан астам ірі өнеркәсіптік нысандар орналасқан, онда жүздеген стационарлық ластану көздері (жоғары мұржалар, көптеген төменгі мұржалар, желдеткіш шамдар және т.б.) жұмыс істейді. Қаланың селитебті аумақтарындағы атмосфераны ластайтын негізгі кәсіпорындар – металлургия (қара және түсті) және энергетика кәсіпорындары.

Қоршаған ортаны ластаудың жалпы көлеміне ең көп үлес қосатын кәсіпорындар:

- «Ақтөбе хром қосындылары зауыты» АҚ – қалалық шығарындылардың 36,4%-ына дейін;
- «ТНК Қазхром» АҚ филиалы – Ақтөбе ферроқорытпа зауыты – 28,4%-ға дейін;

- Ақтөбе ЖЭО филиалы – 15,1%.

Қаланың үш ірі кәсіпорнының жалпы шығарындылары барлық ластаушы заттардың жалпы көлемінің 79,81%-ын құрайды. Бұл ретте барлық шығарындылардың 87,8%-ы солтүстік-батыс өнеркәсіп аймағында, 5,89%-ы оңтүстік-шығыс аймақта және 2,69%-ы қаланың орталық өнеркәсіп аймағында шоғырланған (5-сурет) [8–9].



Сурет 5 – Ақтөбе қаласының аумағын аймақтарға бөлу

Аймақтар: I – солтүстік индустриалды аймақ (1 – «Ақтөбе металл емес құбырлар зауыты» АҚ, 2 – Ақтөбе феррокорытпа зауыты (ТНК «Қазхром» АҚ филиалы), 3 – «ЖБИ зауыты» ЖШС - 25, 4 – «АқтөбеҚұрылысИндустрия» АҚ, 5 – «Ақтөбе ЖЭО» АҚ, 6 – «Ақтөбе План» АҚ); II – оңтүстік индустриялық аймақ (7 – «Ақтөбе мұнай өңдеу» ЖШС, 8 – «Каспий мұнай ТМЭ» АҚ, 9 – «СНПС - «Ақтөбемұнайгаз» АҚ, 10 – «Кірпіш зауыты» АҚ, 11 – «Ақтөбе металл емес құбырлар зауыты» АҚ, 12 – «Арал Петролиум Капитал» ЖШС Ақтөбе филиалы, «Nefthar LLP» ЖШС 13 14 – «КБ Петролеум» ЖШС, 15 – «Сагиз Петролеум Компани» ЖШС, 16 – «Өріктау Оперейтинг» ЖШС, 17 – «Қазақтүрікмұнай» ЖШС, 18 – «АФ Қазақмыс Петролеум» ЖШС, 19 – «Қазақойл – Ақтөбе» ЖШС, 20 – «Ақтөберенген» АҚ) [4].

Кесте 2 – Ақтөбе қаласының атмосферасындағы ластаушы заттардың мөлшері 2024 ж.)

Зат атауы	С _{min} , мг/м³	С _{max} , мг/м³	ШРК, мг/м³	С _{max} бойынша ШРК үлесінде
Азот диоксиді	0,02	0,087	0,085	1,02
Күкірт диоксиді	0,05	0,58	0,5	1,2
Сероводород	0,003	0,0087	0,008	1,1
Формальдегид	0,01	0,037	0,003	12,3
Хром	0,00038	-	0,0015	0,25
Күкірт қышқылы	0,007	0,012	0,3	0,04
Ілеспе бөлшектер (шаң т.б.)	0,04	0,57	0,15	3,8

Кесте 3 – Атмосфераға шығарылатын металл қосындыларының мөлшері, тонна/жыл

Хим. элемент	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Fe	286	286	286	286	286	286	286	286
Mn	55,9	62,2	69,69	88,68	150,5	202	301	220
Cr ⁺⁶	7804,1	6090	8661,2	8886,5	9672	6839	5741	5485
Cr ⁺³	198631	122758	121628	196266	122758	174228	157447	122758
Mg	140233	131214	119545	141228	140019	139740	134686	131027
V	1,0	1,55	1,64	1,76	1,68	1,59	1,63	1,68
Σ (Жиынтығы)	347011	260411,7	250191,5	346756,9	272887,2	321296,6	298462,6	259777,7

Кесте 4 – Ақтөбе қаласы бойынша 2022 жылғы мәліметтер негізінде атмосфералық ауа ластануын бақылау бекеттері бойынша обырсыз қауіптерді есептеу нәтижелері

Қоспа атауы	Орташа мәні, мг/м³	Макс. мәні, мг/м³	HQ – қысқа әсері	HQ – созылмалы әсері
Ілеспе бөлшектер (шаң т.б.)	0,1	0,3	–	3
Күкірт диоксиді	0,027	0,058	0,087	0,34
Көміртек тотығы (CO)	2	3	0,13	0,4
Азот диоксиді	0,06	0,11	0,23	1,5
Сероводород	0,006	0,009	0,09	6
Формальдегид	0,012	0,022	0,07	4

Осылайша, шекті рұқсат етілген концентрациялармен салыстырғанда алтывалентті хромның атмосфералық ауадағы мөлшері төмен болғанына карамастан, ол халық денсаулығына орташа деңгейдегі канцерогенді қауіп төндіруі мүмкін. Бұл алтывалентті хромды «Қазгидромет» бақылау жүйесі қадағалайтын заттар тізіміне енгізу қажеттілігін көрсетеді. [3,25-29].

Осылайша, Қазақстан Республикасы Ақтөбе қаласының геоэкологиялық жағдайын бірнеше негізгі техногендік көздер айқындайды. Оларға мыналар жатады:

- «СНПС-Ақтөбемұнайгаз» АҚ;
- «ТНК-Казхром» АҚ Ақтөбе ферроқорытпа зауыты;
- «Ақтөбе хром қосындылары зауыты» АҚ;

Аталған кәсіпорындардың қызметі нәтижесінде қоршаған ортаға шығатын ең маңызды компоненттердің бірі – хром мен оның қосындылары, сондай-ақ басқа да зиянды заттар болып табылады. Аталған аймақтағы табиғи және

техногендік факторлардың ықпалымен ластаушы заттар едәуір қашықтыққа таралуда, әсіресе солтүстік-шығыс және шығыс бағыттағы желдердің әсерімен таралу үрдісі байқалады. Кешенді техногендік әсерлер нәтижесінде осы аумақтағы барлық табиғи орталардың химиялық құрамында өзгерістер болуы ықтимал.

2 Сынамаларды іріктеу әдістемесі және талдау әдістері

2.1 Зерттеу нысандары мен әдістері

Зерттеулер Ақтөбе қаласының әртүрлі бөліктерінде жүргізілді. Зерттеу нысандары ретінде кең таралған ағаш өсімдігі – қара теректің (*Populus nigra* L.) жапырақтары мен топырақ алынды. Бұл ағаш түрінің жалпы таралу ареалы өте кең: Еуропа, Сібір (Енисейге дейін), Орта және Кіші Азия, Шығыс Қазақстан, Батыс Қытай, Иран, Солтүстік Африка.

Жапырақтарды іріктеп алу үшін ең қолайлы кезең – қыркүйек айы, себебі осы уақытта өсімдік шикізатында ластаушы заттардың ең көп мөлшері жиналады. Жапырақ үлгілерін алу орташа үлгі әдісімен, ағаштың төменгі діңкабатының сыртқы жағынан (шеңбер бойымен) жүргізілді, өйткені мұндай үлгілерде химиялық элементтердің мөлшері көбірек болатыны анықталған.

Қалалық орта жағдайында химиялық элементтердің жиналуын есепке алу үшін үлгілер вегетациялық кезеңнің негізгі мерзімінде (тамыз–қыркүйек) жиналды. Жапырақтар 1–2 жылдық бұтақтардан, жер бетінен 1,5–2 метр биіктікте алынды. Үлгілер 2013 жылдың тамыз–қыркүйек айларында Ақтөбе қаласының әртүрлі бөліктерінде жиналды. Барлығы 41 үлгі алынды.

Қалалық орта жағдайында ағаш өсімдіктері ультражылдам өсумен ерекшеленетін бірегей биоиндикаторлар болып табылады. Ағаштар арқылы қалалық қоршаған ортадан зиянды заттардың едәуір бөлігі сіңіріледі. Биогеохимиялық зерттеулерде өсімдіктер әрдайым олардың өсу ортасы – топырақпен бірге қарастырылады.

Топырақ жамылғысының жай-күйін бақылау техногендік жүктеменің деңгейін бағалауға, оның болашақтағы ықпалын болжауға және бұл әсерді азайту бойынша шаралар әзірлеуге мүмкіндік береді. Су мен атмосфералық ауа тек көші-қон ортасы болып табылатын болса, топырақ – техногендік ластанудың неғұрлым объективті және тұрақты көрсеткіші. Ол ластаушы заттардың эмиссиясын және олардың қалалық аумақ компоненттеріндегі нақты таралуын дәл көрсетеді.

Қалалық аумақтарда топырақ елеулі өзгерістерге ұшырайды, сондықтан оларды әдетте топырақ-грунттар деп атайды. Біз Ақтөбе қаласының әртүрлі бөліктерінде 10 топырақ үлгісін зерттедік.

Аналитикалық зерттеулер Қаныш Сәтбаев атындағы политехникалық университетінің О. А. Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты Химиялық процестер және өнеркәсіптік экология кафедрасының зертханасында жүргізілді.

2.2 Ағаш жапырақтарынан үлгі алу және дайындау

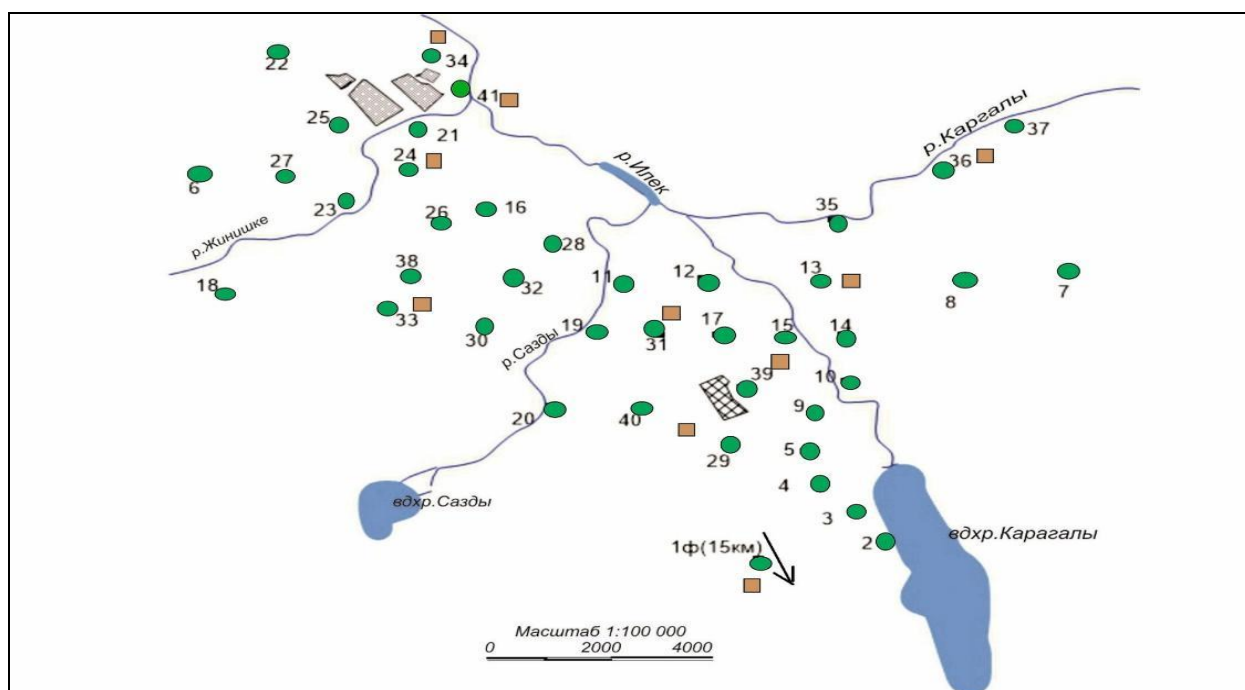
Өсімдіктердің табиғи популяцияларының жай-күйін бағалаудың маңызы – олардың экожүйедегі негізгі продуценттер болып табылатындығында.

Өсімдіктердің экожүйедегі рөлі аса жоғары, оны асыра бағалау қиын. Олар - аймаққа тән барлық әсерлер жиынтығын бағалауға мүмкіндік беретін сезімтал нысан. Себебі өсімдіктер заттарды жинақтай отырып, бір мезгілде екі ортадан – топырақтан және ауа арқылы – тікелей әсерге ұшырайды.

Ақтөбе қаласында сынама алу өндірістік объектілер мен жолдардан алыстаған сайын жүргізілді (7-сурет). Біздің зерттеулерімізде сынама алу орындарын таңдауда келесі факторлар ескерілді:

- бұрын жүргізілген зерттеулер;
- техногендік ластану көздерінің орналасуы;
- табиғи-климаттық жағдайлар.

Фондық аймақ ретінде қаладан оңтүстік-шығысқа қарай 15 км қашықтықта орналасқан Бестамақ елді мекені таңдалды.



Сурет 6 – Ақтөбе қаласындағы ағаш өсімдіктерінің жапырақтарынан үлгі арудың карта-схемасы

- – өсімдік (жапырақ) үлгілері алынған орындар,
- – топырақ үлгілері алынған орындар.

Өсімдіктерді пайдаланудың ыңғайлылығы — зерттеу үшін материал жинаудың қолжетімділігі мен қарапайымдылығында. Биогеохимиялық үлгінің массасы 100–200 г шикі затты құрайды. Күлділігі жоғары өсімдіктер үшін үлгінің массасы 50–100 грамм болуы мүмкін. Жапырақтар ағаштардан қолғап

киіп, қолмен жиналды. Үлгілерді дайындау әдістемесі бөлме температурасында кептіру және қолмен ұнтақтаудан тұрды (7-сурет).

Кептірілген жапырақтар фарфор тигельдерге салынып, өлшенді, содан кейін муфельді пеште 450°C температурада күлдендірілді.

Күлден кейінгі үлгілер қайта өлшенеді.



Сурет 7 – Ағаш өсімдіктерді кептіру

Үлгіні одан әрі дайындау 8-суретте және 5-кестеде көрсетілген.



2.3 Элементтік құрамды анықтау (XRF әдісімен Vanta Element-S құрылғысы арқылы)

Күлдендірілген үлгілер ұнтақталып, Olympus Vanta Element-S портативті XRF-анализаторымен талдауға дайындалды. Үлгілер полипропилен пленкасы астында планшетке салынып, құрылғы сенсоры арқылы өлшенді.

Элементтердің құрамын анықтау үшін рентген-флуоресценттік талдау (EDXRF) әдісі қолданылды. Зерттеулер Olympus компаниясының портативті Vanta Element-S анализаторы арқылы жүргізілді. Бұл құрылғы далада және зертханада жедел экспресс-талдауға бейімделген.

Vanta Element-S – Vanta сериясындағы қолжетімді үлгі. Ол металлдар мен олардың қорытпаларын, сондай-ақ экологиялық және геохимиялық нысандарды (жапырақ, топырақ, тау жыныстары, күл) зерттеуге арналған.

Құрылғы «пистолет» пішіндес, ықшам әрі далада қолдануға өте ыңғайлы. Жұмыс істеу принципі – үлгі бетіне бағытталған рентген сәулеленуі арқылы элементтік құрамын анықтау.

Талдау үшін үлгілер алдын ала Pulverisette 2 фарфор диірменінде мұқият ұнтақталды. Әрі қарай олар 4 мкм полипропилен пленкасы астында арнайы планшетке салынып, құрылғы сенсоры арқылы өлшенді.

Талдау кезінде 4 екінші рентген көздері қолданылды: Al, Mo, Cu және RX9. Түтік кернеуі тиісінше – 50, 50, 50 және 25 кВ, ток күші – 1, 1, 1 және 2 мА, экспозиция уақыты – 100, 100, 100 және 200 секунд болды. Өлшеулер ауа атмосферасында жүргізілді.

Бұл әдіс реагентсіз, жылдам әрі сенімді нәтижелерге қол жеткізуге мүмкіндік береді.



Сурет 10 – Olympus Vanta Element-S құрылғысымен жапырақ күлін талдау процесі



Сурет 11 – XRF құрылғы экранындағы элементтік құрам нәтижесі



Сурет 12 – Құрылғының сыртқы көрінісі (Vanta Element-S)

3 Ақтөбе қаласы аумағындағы қалалық топырақтар мен қара терек жапырақтарының күліндегі химиялық элементтердің таралу ерекшеліктері

3.1 Қара терек жапырағының күліндегі элементтік құрамның ерекшеліктері

Әртүрлі өсімдіктер бірдей ландшафтық-геохимиялық жағдайда бір химиялық элементті әртүрлі мөлшерде жинақтай алады. Өсімдіктің әртүрлі мүшелерінде химиялық элементтердің жинақталуында белгілі бір заңдылықтар байқалады, бұл олардың физиологиялық және биогеохимиялық процестердегі рөлімен тығыз байланысты. Ағаш өсімдіктерінің химиялық құрамын зерттеу көптеген ғылым салалары үшін маңызды міндет болып табылады. Өсімдіктер құрамына әсер ететін негізгі факторлар геохимиялық орта жағдайлары: топырақтағы элементтің мөлшері, өсімдікке сіңімді формадағы элементтердің қатынасы, өсімдіктің эволюциялық бейімделуі мен ортаға икемделу мүмкіндіктері. Сонымен қатар, өсімдіктің химиялық құрамы оның түрлік ерекшелігіне, даму фазасына және элементтердің ағза мүшелерінде таралуына байланысты. Қазіргі уақытта қоршаған ортаның химиялық ластануы күшейіп жатқан жағдайларда бұл факторлардың барлығы ластаушы заттардың әсерінен

өзгерістерге ұшырап, өсімдіктердің химиялық құрамының өзгеруіне алып келеді [57].

Өсімдіктердің техногенді ластану жағдайындағы сезімталдығы және зақымдану сипаты көбіне олардың түрлік ерекшелігіне байланысты. Физиолого-биохимиялық төзімділік олардың метаболизмінің жеке ерекшеліктерімен, биохимиялық реакциялардың өту жылдамдығымен, уытты заттарды бейтараптандыру және цитоплазмадағы ақуыздармен байланыстыру қабілетімен анықталады (Артамонов, 1986).

3.2 Элементтік құрам негізінде аумақты жіктеу

Зерттеу нәтижесінде қара терек жапырақтары күліндегі бірқатар элементтердің концентрациясы анықталды. Өсімдіктердің биологиялық сіңіру коэффициентін есептеу үшін топырақтағы химиялық элементтердің мөлшері бойынша деректер пайдаланылды. Қара терек жапырақтарында жинақталған 28 элементтің, соның ішінде сирек кездесетін және радиоактивті элементтердің мөлшері 8-кестеде келтірілген. Бұл мәліметтер өсімдіктердің әртүрлі өсу орындарындағы элементтердің жинақталу деңгейін салыстыру үшін пайдаланылады.

Кесте 5 – Ақтөбе қаласындағы қара терек жапырағы күліндегі химиялық элементтердің таралуының статистикалық параметрлері (n=41; мг/кг)

Элементтер	$\bar{X}$ (мг/кг)	ΔX	max/min	S	V, %
Na (%)	0,13	0,03	1/0,01	0,17	137
Ca (%)	10	0,54	17/0,1	3,5	34
Sc	0,42	0,02	0,74/0,14	0,14	33
Cr	155	14	337/3	88	57
Fe (%)	0,18	0,09	0,3/0,3	0,05	30
Co	9	1,1	33/4	7	77
Zn	462	43	1253/152	275	60
As	1,3	0,2	7,26/0,02	1,29	99
Br	37	2,8	74/11	18	48
Rb	59	6	143/6	39	66
Sr	1202	75	2580/72	478	40
Ag	0,35	0,03	1,14/0,003	0,22	63
Sb	0,2	0,02	1,02/0,04	0,15	77
Cs	0,24	0,03	0,73/0,02	0,18	75
Ba	114	9	319/1	60	53
La	0,9	0,05	1,8/0,34	0,33	35
Ce	1,8	0,17	4,4/0,04	1,08	61

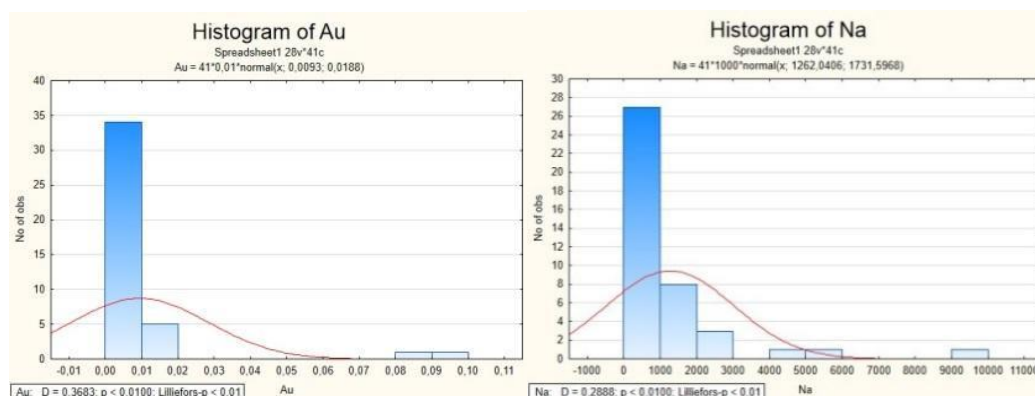
Nd	1,8	0,25	6,55/0,02	1,6	89
Sm	0,17	0,01	0,3/0,03	0,06	38
Eu	0,03	0,001	0,07/0,002	0,02	62
Tb	0,04	0,003	0,16/0,002	0,03	86
Yb	0,07	0,01	0,17/0,1	0,04	55
Lu	0,01	0,001	0,03/0,002	0,01	70
Hf	0,15	0,01	0,3/0,02	0,07	50
Ta	0,03	0,01	0,18/0,001	0,04	115
Au	0,01	0,002	0,09/0,001	0,02	201
Th	0,24	0,02	0,64/0,1	0,14	57
U	0,22	0,02	0,71/0,02	0,15	66

Химиялық элементтердің статистикалық таралуы Ақтөбе қаласының аумағында барлық зерттелген элементтердің біркелкі емес таралғанын көрсетеді. Аномальды мәндері бар учаскелердің болуы стандарттық ауытқу мен вариация коэффициенті сияқты көрсеткіштермен расталады.

Алынған вариация коэффициенттеріне сүйене отырып, химиялық элементтерді келесі үш топқа бөлуге болады:

- **1-топ ($V < 50\%$)** – салыстырмалы біркелкі таралуы бар элементтер: кальций, скандий, темір, бром, стронций, лантан және самарий.
- **2-топ ($V = 50\text{--}70\%$)** – әлсіз сараланған таралу: хром, мырыш, рубидий, күміс, барий, гафний, селен, европий, лютиций, торий, уран, иттрий.
- **3-топ ($V > 100\%$)** – жоғары дәрежеде сараланған элементтер: натрий, мышьяк, кобальт, неодим, сурьма, тантал, алтын және тербий.

Элементтердің таралу сипаты 13-суретте В.И.Вернадскийдің геохимиялық классификациясы негізінде салынған құрама гистограммада көрсетілген. Қалған элементтер **Г-қосымшада** берілген.



Сурет 13 – Ақтөбе қаласындағы қара терек жапырағы күліндегі химиялық элементтердің таралу гистограммасы (мг/кг)

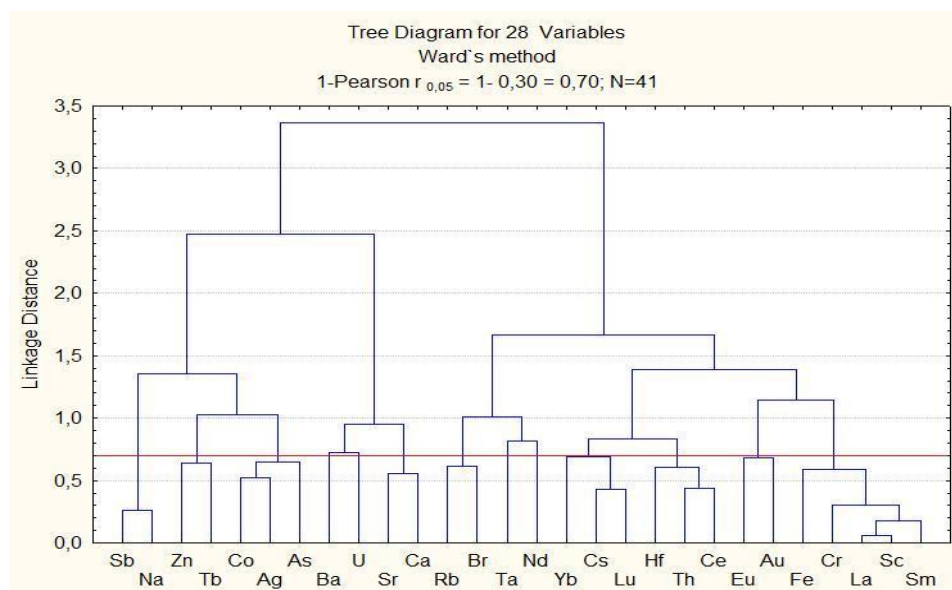
Бұл гистограммалар Ақтөбе қаласындағы қара терек жапырағындағы натрий (Na) мен алтын (Au) элементтерінің таралуын көрсетеді (мг/кг өлшем бірлігімен). Бірінші гистограммада натрийдің үлестірімі оңға қарай созылған (оң жақ асимметрия), яғни көпшілігі төмен концентрацияда шоғырланған (0–

2000 мг/кг), бірақ кейбір үлгілерде жоғары концентрациялар байқалады (9000 мг/кг-қа дейін). Бұл антропогендік әсердің болуын немесе әртүрлі орта жағдайларын көрсетуі мүмкін.

Ал екінші гистограммада алтынның таралуы да оңға асимметрияланған. Көп үлгілерде алтынның концентрациясы 0,01 мг/кг шамасында, ал сирек үлгілерде ол 0,1 мг/кг-қа дейін жетеді. Бұл алтынның биомассаларда өте аз мөлшерде кездесетінін көрсетеді және қалдық немесе өнеркәсіптік шығарындылар әсерін көрсетуі мүмкін. Екі үлестірім де қалыпты үлестірімнен ауытқиды, бұл Lilliefors тестінің нәтижесімен расталады ($p < 0,01$).

Зерттеу нәтижесінде 8-кестеде көрсетілгендей, кейбір элементтердің аномальды мөлшері және олардың біркелкі емес таралуы жоғары вариация коэффициенті арқылы сипатталады, бұл гистограммада айқын көрінеді. Химиялық элементтердің таралу гистограммасы шоғырланудың ең жоғары мәндерінен тұратын бағандар түзетінін көрсетеді. Кейбір элементтер үшін екі шоғырлану максимумы байқалады – мысалы, лантан мен алтын үшін.

Көрнекі болу үшін корреляциялық матрицаның дендрограммасы жасалды (14-сурет).



Сурет 14 – Ақтөбе қаласындағы қара терек жапырағы күліндегі химиялық элементтердің геохимиялық спектрінің корреляциялық матрицасының дендрограммасы

Берілген дендрограмма – Ақтөбе қаласындағы қара терек жапырағы күліндегі 28 химиялық элементтің геохимиялық спектріне негізделген кластерлік талдау нәтижесі. Бұл диаграмма элементтердің арасындағы ұқсастық немесе бірлескен таралу деңгейін көрсетеді, Ward әдісі және Пирсон корреляция коэффициенті негізінде құрылған.

Дендрограммада бірнеше негізгі кластерлер анық көрінеді. Мысалы, Na (натрий), Zn (мырыш), Sb (сурьма), және Co (кобальт) өзара тығыз байланысты

бір топқа бірігеді. Бұл олардың ортақ көзден шығуы немесе биологиялық ұқсас сіңірілу қасиеттеріне байланысты болуы мүмкін. Ал Au (алтын), Fe (темір), Cr (хром) және Ce (церий) басқа бір кластерде, бұл олардың бірге жүретіндігін немесе ортақ геохимиялық мінез-құлқын көрсетуі ықтимал. Сонымен қатар, Sc, La, және Sm секілді сирек жер элементтері өз алдына жеке топ құрайды, бұл олардың ерекше химиялық қасиеттеріне сәйкес келеді.

Бұл талдау өсімдіктердің қоршаған ортадан химиялық элементтерді қандай жолмен сіңіретінін және олардың арасындағы өзара байланысты түсінуге мүмкіндік береді.

Корреляциялық матрицаның дендрограммасы негізінде Ақтөбе қаласының аумағында қара терек жапырағы күліндегі химиялық элементтердің келесі маңызды ассоциациялары анықталды:

•	<i>Co – Ag – As</i>
•	<i>Yb – Cs – Lu</i>
•	<i>Hf – Th – Ce</i>
•	<i>Fe – Cr – La –</i>

Sc – Sm (бұл – сирек жер элементтерімен байланысы бар топ).

Жапырақ күлінде байқалған бұл ассоциациялар топырақта бұрын анықталған ассоциациялармен ұқсас. Атап айтқанда, гафний, торий және церий тобын атап өтуге болады. Бұл аталған элементтердің табиғи шығу тегімен немесе алюминий кен орындарымен байланысты көзден таралуымен түсіндірілуі мүмкін.

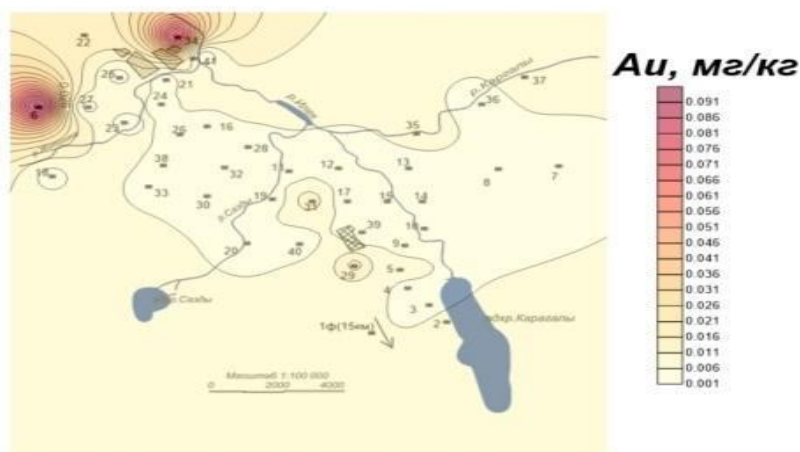
Сондай-ақ, келесі жұп элементтер бөлек бөлініп отыр:

•	<i>Sb – Na</i>
•	<i>Zn – Tb</i>
•	<i>Sr – Ca</i>
•	<i>Rb – Br</i>
•	<i>Eu – Au</i>

Стронций мен кальций жұбы олардың химиялық аналогтығымен түсіндіріледі: стронций өсімдіктерде кальцийді алмастырып, физиологиялық процестерге қатыса алады. Өсімдіктер стронцийді құрылымдық функцияларда пайдаланады. Яғни, Sr–Ca жұбы – физиологиялық маңызды байланыс.

Сонымен қатар, Cr элементінің Ba және Hf элементтерімен әлсіз байланысы байқалады, бұл бұрын топырақта да анықталған болатын.

Қара терек жапырақтары күлінің химиялық құрамы негізінде Ақтөбе қаласының аумағындағы химиялық элементтердің таралуын бейнелейтін схемалық карталар жасалды. Элементтердің кеңістіктік таралуы біркелкі емес сипатқа ие. Бұл жұмыста моноэлементті схемалық карталар геохимиялық өріс құрылымы бойынша жасалған (15-сурет). Элементтер В.И. Вернадскийдің геохимиялық классификациясы бойынша топтастырылған. Қалған элементтер Д-қосымшада келтірілген.



Сурет 15 – Ақтөбе қаласындағы кара терек жапырағы күліндегі химиялық элементтердің таралуының схемалық карталары

Қара терек жапырағы күлінде химиялық элементтердің басым жинақталуын концентрация коэффициенттері бойынша есептелген геохимиялық қатар жақсы көрсетеді (фондық нүктеге қатысты есептелген):

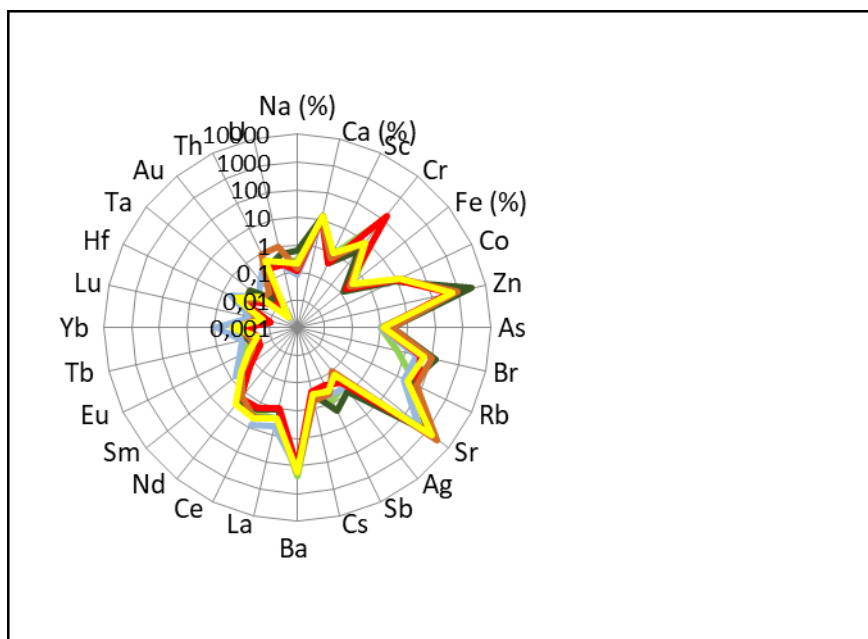
Cr₆₁ – Rb_{9,3} – Ta_{3,3} – Eu_{3,3} – Br_{2,6} – Cs_{2,4} – As₂ – Nd_{1,9} – Lu_{1,4} – Au_{1,3} – Th_{1,2} – Yb_{1,2} – Ag_{1,15} – Sc_{1,1} – Fe_{1,01} – Sm₁ – La_{1,01} – Ce_{0,96} – Ba_{0,95} – U_{0,84} – Hf_{0,83} – Sr_{0,75} – Tb_{0,74} – Ca_{0,58} – Zn_{0,58} – Co_{0,5} – Sb_{0,19} – Na_{0,13}

Хром >60 концентрация коэффициентімен ерекшеленеді.

Бұрынғы бөлімдерде бөлініп көрсетілген рубидий мен бром элементтерінің бұл қатарда сәйкесінше >9 және >2 коэффициенттермен ерекшеленуі де маңызды. Сонымен қатар, 1–5 аралығындағы коэффициенттермен жинақталатын элементтер қатарына мыналар жатады: тантал, европий, бром, цезий, мышьяк, неодим, лютеций, алтын, торий, иттрий, күміс, скандий, темір, самарий және лантан.

Сирек кездесетін элементтердің жапырақтарда топырақпен салыстырғанда жоғары концентрацияда болуы, өсімдіктердің бұл элементтермен кешендер құру қабілетіне және олардың қоршаған ортада жоғары мөлшерде болуына байланысты деп түсіндіріледі.

Элементтер бойынша басқа қалалармен және аумақтармен салыстырмалы сипаттама 16-суретте көрсетілген.



Сурет 16 – Әртүрлі аймақтардағы қара терек жапырағы күліндегі химиялық элементтердің таралуының салыстырмалы талдауы, мг/кг

Суреттен ескертпе:

- Павлодар қ. – Әбікеева Ж.Е. (N=27)
- Томск қ. – Барановская Н.В. (N=10)
- Өскемен қ. – Ялатдинова А.Р. (N=101)
- Ақтөбе қ. (N=41)
- Тараз қ. – Шоншабаева З.Т. (N=44)
- Қызыл қ. – Намчак Е.Я. (N=10)

Ақтөбе қаласы үшін химиялық элементтердің жиынтық жинақталу көрсеткіші келесі нәтижені көрсетеді:

Осылайша, жүргізілген аймақтық талдау Ақтөбе қаласының аумағында хром элементінің айтарлықтай және біркелкі емес жиналуын анықтауға мүмкіндік берді. Бұл жағдайдың басты себебі ретінде хромит кендерін өңдеу аталып отыр. Сонымен қатар, сирек жер элементтерінің де елеулі мөлшерде жинақталуы байқалады.

Ақтөбе қаласы басқа қалалармен салыстырғанда, қара терек жапырағы күліндегі хром элементінің жоғары концентрациясымен ерекшеленеді.

Жүргізілген талдау негізінде, Ақтөбе қаласы аумағындағы қара терек жапырағы күлінің хром бойынша айқын ерекшелігі бар екендігі анықталды. Хром секілді жекелеген элементтердің гетерогенді таралуы бұл элементтердің жергілікті көздерінен шығуымен байланысты.

Ақтөбе қаласы үшін жиынтық жинақталу индексі ($Z_{спн}$) төмендегідей:

$$Z_{спн} = 98 - 40 = 58, \text{ бұл – жоғары ластану деңгейін көрсетеді.}$$

Аталған көрсеткіш Саэтам және басқалар (1990) ұсынған топырақ стандарттарымен салыстырылғанда, ластанудың жоғары дәрежесін білдіреді. Осыған байланысты, бұл аймақта тұрғындардың денсаулығына қатысты мәселелердің туындау қаупі бар екенін ескеру қажет.

3.3 Қара терек жапырағының күліндегі элементтік құрам және аумақтық жіктеу

Қаланың геохимиялық ерекшелігі – бұл хромит кендерін өндірумен байланысты. Хром – топырақта стандартталған химиялық элементтердің бірі. Алайда, бізде бұл элементтің мөлшері жоғары, сондықтан қара терек жапырағы күлінде хромның белсенді түрде сіңірілуі орын алуда деген қорытынды жасауға болады.

Қара терек жапырағы күліндегі элементтердің жиналу деңгейі тұрғын аудандарға байланысты қаншалықты өзгеретінін анықтау үшін, қала аудандарға бөлініп зерттелді (18-сурет).

Бұған дейін топырақты талдау кезінде анықталған аудандар осы бөлімде де қолданылды. Ақтөбе қаласының әр ауданындағы қара терек жапырағы күлінде химиялық элементтердің таралуы бойынша статистикалық көрсеткіштер 6-кестеде берілген.

Кесте 6 - Ақтөбе қаласының әр ауданындағы қара терек жапырағы күлінде химиялық элементтердің таралуы бойынша статистикалық көрсеткіштер

Элементтер	I район	II район	III район	IV район
	$\bar{X} \pm \Delta X$	$\bar{X} \pm \Delta X$	$\bar{X} \pm \Delta X$	$\bar{X} \pm \Delta X$
Na (%)	0,12±0,02	0,19±0,07	0,16±0,08	0,07±0,01
Ca (%)	10±0,63	7,23±1,5	12±0,63	10±1,2
Sc	0,48±0,05	0,46±0,06	0,37±0,03	0,42±0,03
Cr	217±24	147±34	172±16	96±23
Fe (%)	0,21±0,02	0,17±0,03	0,17±0,01	0,19±0,01
Co	6±0,56	10±3	13±4	7±0,53
Zn	329±37	408±36	650±138	487±67
As	1,28±0,3	2,18±0,8	1,2±0,36	0,84±0,13
Br	38±6	32±7	47±5	30±5
Rb	75±11	46±16	71±11	37±8
Sr	1361±178	868±75	1181±106	1176±107
Sb	0,18±0,03	0,18±0,02	0,21±0,08	0,23±0,02
Cs	0,3±0,06	0,27±0,09	0,16±0,03	0,23±0,05
Ba	126±25	119±20	131±18	81±9
La	1,14±0,12	0,97±0,14	0,77±0,05	0,93±0,06
Ce	2,24±0,42	2±0,41	1,48±0,24	1,81±0,27
Nd	2,12±0,6	1,67±0,6	1,77±0,55	1,45±0,29
Sm	0,19±0,02	0,19±0,02	0,13±0,01	0,18±0,02
Eu	0,03±0,01	0,03±0,01	0,03±0,01	0,04±0,004
Tb	0,03±0,01	0,04±0,01	0,02±0,003	0,05±0,01
Yb	0,08±0,01	0,06±0,01	0,06±0,01	0,08±0,02
Lu	0,02±0,003	0,01±0,003	0,01±0,002	0,01±0,001
Hf	0,16±0,02	0,15±0,03	0,13±0,02	0,15±0,03
Ta	0,02±0,01	0,07±0,02	0,03±0,01	0,02±0,01

Th	0,27±0,05	0,3±0,07	0,2±0,03	0,21±0,02
U	0,2±0,05	0,22±0,04	0,25±0,06	0,19±0,03

Элементтердің топырақпен сәйкес және ерекшеленетін жинақталу тенденциялары байқалады. Бұл айырмашылықтар ландшафттағы элементтердің көшу ерекшеліктерімен, яғни тек жел арқылы ғана емес, су ағыстарымен де таралуымен байланысты. Сонымен қатар, жел өтіндегі аймақтарда ағаштардың буферлік рөл атқаруы – яғни, шаң-тозаң массаларының таралуын тежейтін табиғи тосқауыл болуы – химиялық элементтердің жинақталуына әсер етуі мүмкін.

Сондықтан №2 жел өтіндегі аймақта жекелеген элементтердің жинақталуы айқынырақ байқалады.

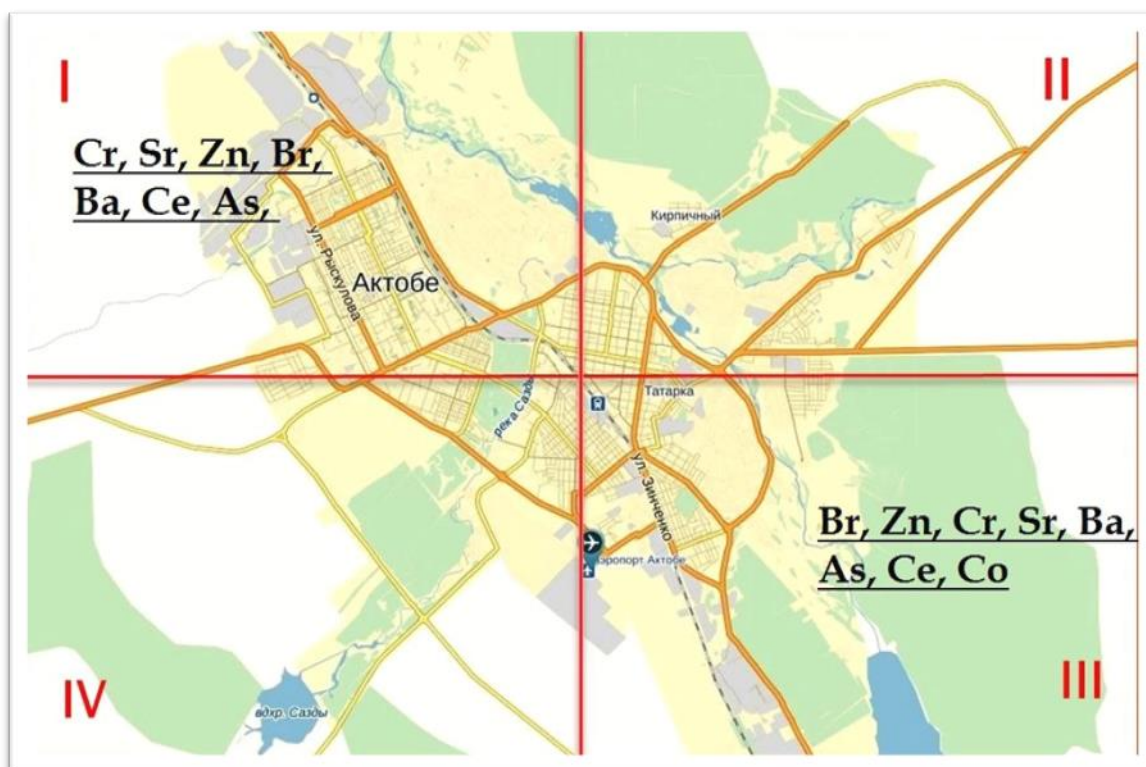
Кесте деректерінен, Ақтөбе қаласының әртүрлі аудандарында қара терек жапырағы күлінде химиялық элементтердің жинақталу ерекшеліктерін байқауға болады. Бұл 18-суретте көрнекі түрде көрсетілген.

- **I аймақ – хромит кендерін өндіру орналасқан аумақ**, бұл ауданның ерекшелігі – **хром, бром, барий, мышьяк және мырыш** элементтерінің жоғары концентрациясы (19-сурет). Бұл көрсеткіштер осы өндірістің әсерін нақты сипаттайды.

- **II аймақ – өндірістік аймаққа жақын, әрі жел бағытына байланысты жоғарыда аталған элементтердің (хром, бром, барий, мышьяк, мырыш) жоғары мөлшерімен сипатталады.**

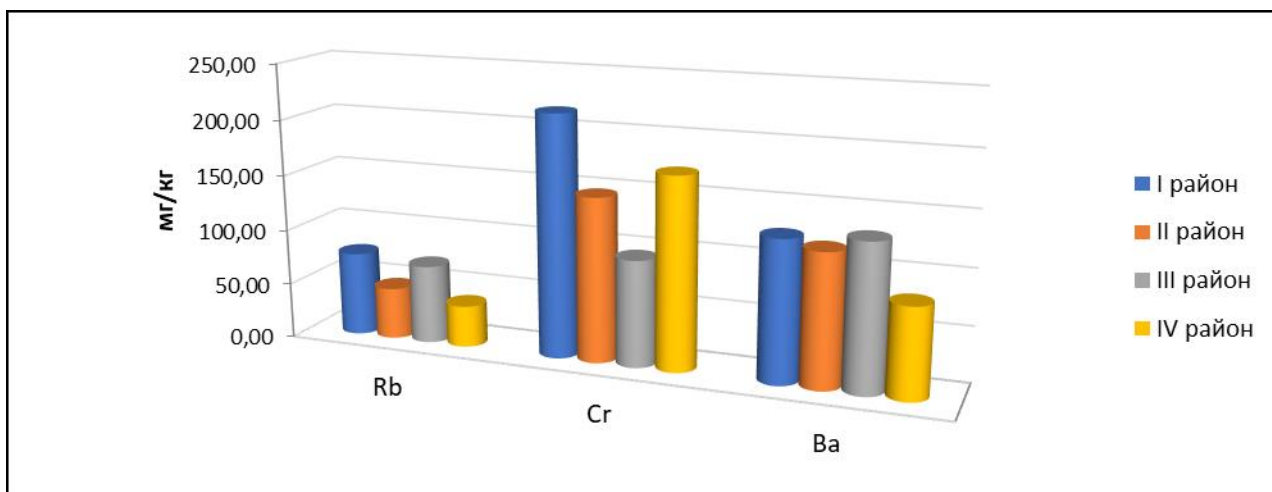
- **III аймақ – мұнай өңдеу кәсіпорындары шоғырланған аудан, мұнда ең көп жиналатын элементтер: бром, мырыш, стронций, хром және мышьяк.**

- **IV аймақ – желге қарсы орналасқан, бұл жерде жоғарыда аталған элементтер мен басқа элементтердің ең төменгі концентрациясы байқалады (17-сурет).**

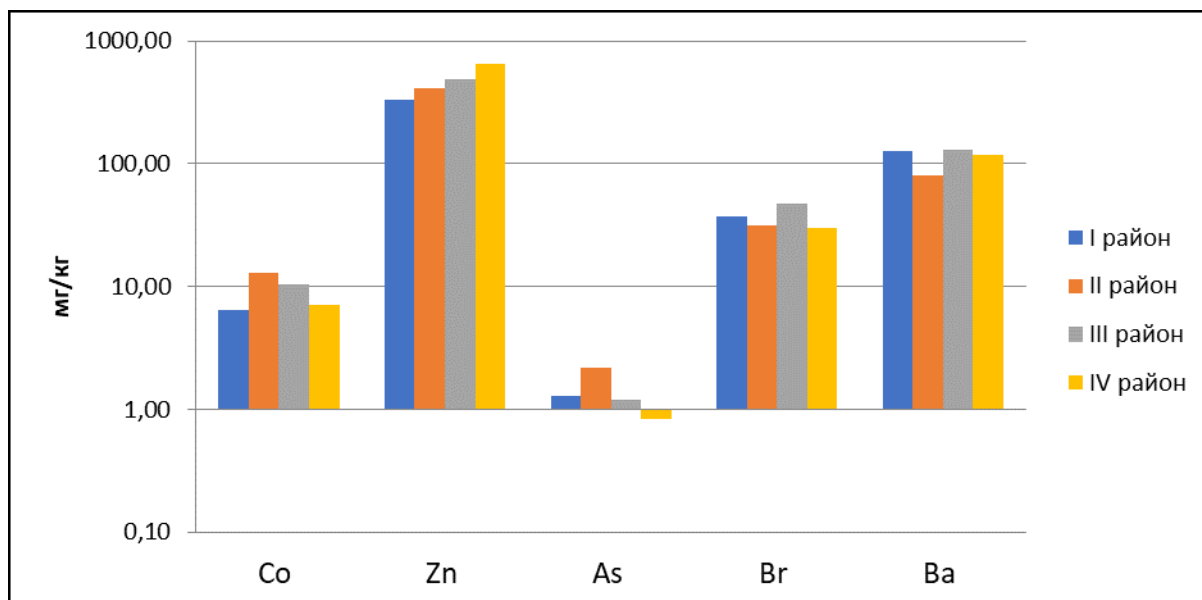


Сурет 17 – Ақтөбе қаласының шартты түрде бөлінген аудандарындағы қара терек жапырағының күліндегі элементтік құрам ерекшеліктері

Химиялық элементтердің ең жоғары жиналуы бірінші және үшінші аудандарда байқалады. Үшінші аудан үшін – кобальт, мышьяк, бром, барий және мырыш тән (18-сурет, б).



Сурет 18 – Ақтөбе қаласының әртүрлі аймақтарында жекелеген химиялық элементтердің жиналу сипаты (а)



Сурет 18 – Ақтөбе қаласының әртүрлі аймақтарында жекелеген химиялық элементтердің жиналу сипаты (б)

Қара терек жапырағының күліндегі элементтердің жиналу геохимиялық ерекшеліктерінің талдауы 7-кестеде көрсетілген. Жинақталған жиналу көрсеткіші бірінші хромит өндіріс аймағында ластану деңгейінің жоғары екенін көрсетеді. Қала бойынша орташа ластану деңгейі төртінші ауданда байқалады, ол солтүстік және оңтүстік өндірістік аймақтардың жел ағысына қарсы жағында орналасқан.

Кесте 7 - Ақтөбе қаласының аудандары бойынша салыстырмалы кесте

I аудан	Cr ₈₅ – Rb ₁₂ – Eu ₃ – Cs ₃ – Br ₃ – Ta _{2,3} – Nd _{2,3} – As ₂ – Lu ₂ – Yb _{1,4} – Th _{1,4} – Sc _{1,2} – La _{1,2} – Ce _{1,2} – Fe _{1,2} – Sm _{1,2} – Ba ₁	Z _{спн} = 125 – 40 = 85, ластанудың жоғары дәрежесі.
II аудан	Cr _{57,7} – Rb _{7,3} – Ta _{6,7} – Eu _{3,5} – As _{3,3} – Cs _{2,6} – Br _{2,2} – Nd _{1,8} – Lu _{1,5} – Th _{1,5} – Sc _{1,2} – Sm _{1,1} – Ba ₁ – Fe ₁	Z _{спн} = 92 – 40 = 52, ластанудың жоғары дәрежесі.
III аудан	Cr ₆₇ – Rb ₁₁ – Br _{3,1} – Ta ₃ – Eu _{2,8} – Nd _{1,9} – As _{1,8} – Cs _{1,6} – Lu _{1,1} – Yb ₁ – Fe ₁	Z _{спн} = 95 – 40 = 55, ластанудың жоғары дәрежесі.
IV аудан	Cr ₃₇ – Rb ₆ – Eu _{4,1} – Cs _{2,3} – Ta _{2,1} – Br _{2,1} – Nd _{1,6} – As _{1,3} – Yb _{1,2} – Fe _{1,2} – Lu ₁ – Th	Z _{спн} = 61 – 40 = 21, ластанудың орташа дәрежесі.

Бұл көрсеткіштер топырақта көрініс таппаған, өйткені өсімдіктер ластаушы заттардың аумақтағы қозғалысын анықтауға мүмкіндік беретін неғұрлым сезімтал индикатор болып табылады.

3.4 Ақтөбе қаласы аумағындағы биогеохимиялық көрсеткіштердің өзгерісі

Өсімдіктер микроэлементтерді, соның ішінде ауыр металдарды тіндерде немесе олардың бетінде жинақтай алады, «топырақ – өсімдік – жануар – адам» тізбегінің аралық буыны қызметін атқарады.

Өсімдіктердің химиялық құрамы өсімдіктер өсетін топырақтың құрамына байланысты, бірақ оны қайталамайды, өйткені өсімдіктер өздеріне қажетті элементтерді физиологиялық және биохимиялық қажеттіліктеріне сәйкес таңдап алады.

Өсімдіктердегі элементтердің негізгі көзі топырақ болып табылады. Өсімдіктердің элементтердің жинақталу дәрежесі бойынша, оның өлшемі A_x биологиялық сіңіру коэффициенті немесе өсімдік күліндегі элемент мөлшерінің осы элементтің топырақтағы немесе тау жынысындағы мөлшеріне қатынасы болып табылады, А.И.Перельман бес қатарды анықтады (8-кесте).

8-кесте – Биологиялық сіңіру коэффициенті, Балта (А.И.Перельман бойынша).

Өсімдіктер өз тіндерінде немесе беткі қабатында микроэлементтерді, соның ішінде ауыр металдарды жинақтай алады. Бұл оларды «топырақ – өсімдік – жануар – адам» тізбегінде аралық буын ретінде қарастыруға мүмкіндік береді.

Өсімдіктердің химиялық құрамы олардың өсіп тұрған топырақ құрамына байланысты болады, алайда бұл құрамды толықтай қайталамайды. Себебі өсімдіктер физиологиялық және биохимиялық қажеттіліктеріне қарай элементтерді іріктеп сіңіреді.

Өсімдіктер үшін элементтердің негізгі көзі – топырақ. Өсімдіктердегі элементтердің жинақталу деңгейін сипаттайтын көрсеткіш ретінде биологиялық сіңіру коэффициенті – A_x немесе өсімдік күліндегі элемент мөлшерінің топырақтағы мөлшерге қатынасы алынады. А.И. Перельман бұл көрсеткішке сүйене отырып бес қатарды бөлген (8-кесте).

Кесте 8 – Биологиялық сіңіру коэффициенті, A_x (А.И. Перельман бойынша)

Элемент	A_x	Биологиялық сіңіру қатары
P, S, Cl, I	$n * 10^{-n} * 10^2$	Белсенді жиналатын элементтер
K, Ca, Mg, Na, Zn, Ag	$n * 10^0 - n * 10^1$	Күшті жиналатын элементтер
Mn, Ba, Cu, Ni, Co, Mo	$n * 10^{-1} - n * 10^0$	Әлсіз және орташа жиналатын
As, Cd, Be, Hg, Se	$n * 10^{-1}$	Әлсіз сіңірілетін элементтер
Ti, Cr, Pb, Al	$n * 10^{-1} - n * 10^{-2}$	Әлсіз және өте әлсіз жиналатын элементтер

Өртүрлі өсімдіктер өртүрлі микроэлементтерді жинайды. Мысалы, мыс элементін қалампыр тұқымдасына жататын өсімдіктер, кобальтты – кейбір

көкөніс дақылдары жинақтайды. Мырыштың жоғары биологиялық сіңіру коэффициенті – ергежейлі қайың мен қыналарға, никель мен мыс – вероника және қыналарға тән.

Элементтердің сіңу тиімділігін бағалау үшін біз биологиялық сіңіру коэффициентін (БСК) қолдандық. Бұл көрсеткіш – өсімдік күліндегі элемент мөлшерінің өсіп тұрған топырақтағы мөлшеріне қатынасы. Бұл әдіс қоршаған орта мен химиялық элементтің физиологиялық рөлінің байланысын, сондай-ақ элементтердің биотикалық айналымға қатысуын анықтауға мүмкіндік береді, яғни элементтердің топырақтан белсенді сіңірілуін көрсетеді және кенсіз аномалияны сипаттайды.

Өсімдікте элементтердің жиналу деңгейін анықтау үшін А.И. Перельман 1989 жылы ұсынған биологиялық сіңіру коэффициенті (БСК) есептелді (9-кесте).

Кесте 9 - Ақтөбе қаласы аумағында қара терек жапырақтарымен элементтердің биологиялық сіңіру коэффициенті (топырақтағы элемент құрамына қатысты)

№	Үлгі алынған орын	БСК мәндері
1	41-раз. Ақтөбе заң институты	Sr – 70, Zn – 27, Au – 7.5, Ca – 5.3, Th – 2, Hf – 1.8, Ce – 1.8, Co – 1.7, Na – 1.7, Sb – 1.6
2	Солтүстік өнеркәсіптік аймақ	Sr – 10.3, Ca – 6.3, Br – 4.2, Au – 4, Zn – 3.9, Rb – 1.3
3	"Жилгородок" ықшамауданы	Au – 17.7, Zn – 7.8, Ca – 4.3, Rb – 3.3, Br – 1
4	Олимпиадалық резерв мектебі	Sr – 6.5, Au – 4, Ca – 2.7, Br – 2.4, Zn – 2.1
5	Теміржол вокзалы	Zn – 20.4, Sr – 18.2, Au – 15.2, Br – 13.3, Ca – 7.3, Co – 1
6	Ұшқыштар училищесі	Sr – 18.5, Zn – 9.2, Ca – 6.2, Au – 4, Br – 1.1
7	Автобан (Қазақстан–Қытай)	Sr – 9.5, Au – 8.4, Ca – 4.2, Br – 4.1, Zn – 3.4, Rb – 3
8	«Заречный-2» ауданы	Sr – 19.4, Au – 17.7, Br – 15, Zn – 8.4, Rb – 7.2, Ca – 3, Co – 1.6, Ta – 1.4, Ba – 1
9	"Шанхай" ықшамауданы	Sr – 23, Ca – 5.2, Zn – 5, Au – 4, Br – 2.4
10	ГМЗ ауданы	Br – 30, Sr – 28, Zn – 20, Ca – 7.5, Rb – 3.1, Au – 2.6, Cs – 1.1, Ba – 1, Co – 1

Биологиялық сіңіру коэффициенті элементтердің қандай концентрацияда, қай жерде көбірек жиналатынын және олардың тамыр арқылы топырақ ерітіндісінен қалай сіңірілетінін анық көрсетеді.

Қара терек жапырақтарында мынадай элементтер жоғары концентрацияда жиналатыны анықталды:

Zn ($A_x = 27-2.1$), Sr ($A_x = 70-6.5$), Ca ($A_x = 7.5-2.7$), Br ($A_x = 30-1$), Rb ($A_x = 7.2-1.3$).

Торий–гафний–церий ассоциациясы топырақта, кара терек жапырағының күлінде және дендрограммада көрініс тапқан. Бұл Ақтөбе қаласының кейбір бөліктерінде БСК арқылы байқалды.

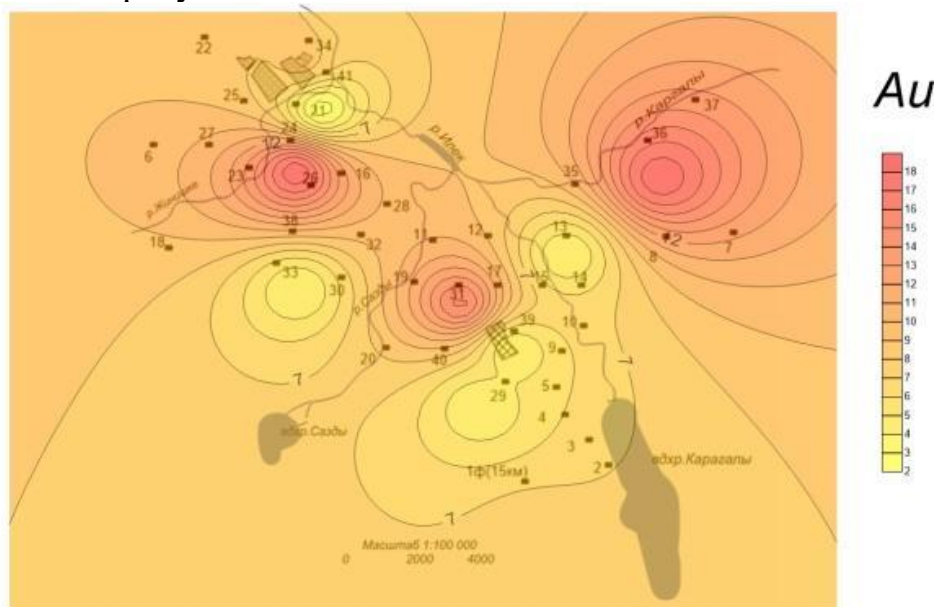
Бром жинақталуы мұнай-газ кешенімен байланысты. Бром – өте ұшпа элемент, сондықтан жапырақтарға оңай еніп, еріп кетеді.

Кальцийдің өсімдікте жиналуы табиғи процесс, себебі ол өсімдіктердің өсуі мен тіршілігі үшін қажет. Стронций кальцийді алмастыра алады. Ал бромның жинақталуы ағаш өсімдіктеріне тән қасиет. Бұл заңдылық 1930–40 жылдары-ақ анықталған. Ақтөбеде бром, мырыш және стронцийдің жиналуы бойынша ірі айырмашылықтар бар.

Ақтөбе қаласында бром бойынша ең жоғары концентрациялар байқалады ($A_x = 30$) (21-сурет). Элементтер В.И. Вернадскийдің геохимиялық классификациясы бойынша берілген. Қалған элементтер Е-қосымшада көрсетілген.

Ақтөбе қаласының ағаш өсімдіктері жапырақтарындағы элементтердің БСК мәндері айтарлықтай өзгешеленеді. Ең көп ауытқу келесі элементтерде байқалды: стронций, мырыш, кальций, рубидий және бром. А.И. Перельман жіктемесі бойынша кара терек жапырағы үшін мырыш – күшті сіңірілетін элемент.

БСК мәні 1-ден жоғары болған жағдайда, өсімдіктің сол элементті жинақтап жатқаны, яғни биогеохимиялық тосқауыл қалыптастырғаны туралы айтуға болады. Элементтердің сіңірілуі – физиологиялық процесс болса, жинақталуы – сіңіру мен ішкі қайта таралу нәтижесі.



Сурет 19 – Ақтөбе қаласы бойынша биологиялық сіңіру коэффициентінің өзгерісі (Br)

Бұл суретте қаланың әртүрлі аудандарында кара терек жапырақтарында бром элементінің (Br) жинақталуының биологиялық сіңіру коэффициенті көрсетілген. БСК мәндерінің айтарлықтай айырмашылығы байқалады, бұл

техногендік әсердің және аймақтың экологиялық ерекшеліктерінің әртүрлілігін көрсетеді. Мысалы, мұнай-газ кешені маңында орналасқан аудандарда Вг мәндері едәуір жоғары – бұл өндірістік қызметтің тікелей әсерін білдіреді.

3.5 Ақтөбе қаласының аумағындағы хромның биогеохимиясы

Химиялық элементтер мен олардың қосылыстары – әлем құрылымының негізі. Тірі ағзаларда кейбір элементтер физиологиялық қызмет атқарады. Олардың артық немесе жеткіліксіз болуы биогеохимиялық эндемияларға, алмасу процестерінің бұзылуына және өсімдіктер, жануарлар мен адамдарда түрлі аурулардың пайда болуына әкеледі.

Хром – қатты, уытты металл, тотығуға төзімді. Хромның жер қыртысындағы кларкі – 0,01 % ($9,3 \cdot 10^{-3}$), топырақта – $2 \cdot 10^{-2}$ %, өсімдіктер күлінде – $2,5 \cdot 10^{-2}$ %, өзен суларында – 1 мкг/л. Топырақтағы қозғалмалы хром мөлшері 1,4–10,25 мг/кг, шекті рұқсат етілген концентрациясы (ШРК) – 15 мг/кг. Қазіргі таңда барлық элементтердің, соның ішінде хромның да жер қыртысындағы орташа мөлшері анықталған (17 және 18-кестелер).

Кесте 10 - Жер қыртысындағы хромның орташа мөлшері туралы мәліметтер (В.А. Алексеенко бойынша, 2010 ж.)

Элемент	Элементтің реттік нөмірі	Массалық таралуы, %				Атомдық таралуы А. Е. Ферсманның айтуы бойынша, %
		Ф.Кларк және Г.Вашингтон	А.П.Виноградов	С.Р.Тейлор	А.А.Беус (шөгінді қабығы жоқ)	
Cr	24	0,033	0,0083	0,01	$1,2-8 \cdot 10^{-2}$	$9,8 \cdot 10^{-3}$

Кесте 11 - Сулардағы хромның кларктік мөлшері, % массасы (В.А. Алексеенко бойынша, 2000 ж.)

Элемент	Элемент нөмірі	Теңіз суы (П. Хендерсон бойынша, А.И. Перельман толықтыруларымен)	Мұхит және теңіз сулары (Массон бойынша)	Өзен сулары (Вернадский бойынша)	Жерасты минералды сулары (Овчинников бойынша)	Мұхит суларындағы кездесуі (Гольдберг бойынша)	Мұхиттағы болу уақыты, жыл (Гольдберг бойынша)
Cr	24	$3,8 \cdot 10^{-8}$	-	-	-	CrO_4^{-2} , Cr(OH)	$3,5 \cdot 10^2$

Адам ағзасында 6,6 мг хром бар: оның 4,8 мг-ы сүйектерде, әсіресе эпифиздер мен шеміршектерде, 1,8 мг-ы жұмсақ тіндерде, ал 0,1 мг-ға дейінгісі

плазма мен эритроциттерде болады. Жас ұлғайған сайын оның мөлшері азаяды, бірақ өкпеде концентрациясы артады. Тамақпен бірге тәуліктік тұтыну мөлшері – 0,01–1,2 (орташа 0,15) мг, норма – 90 мкг. Жартылай шығарылу кезеңі – 222 күнге дейін. Уытты дозасы – 200 мг. Хром инсулиннің глюкозаны гликоген мен майға айналдыру жұмысын оңтайландырады. Қан қысымын төмендетеді, диабеттің алдын алады, нуклеин қышқылдарының алмасуына қатысады, ағзада коллоидты ерітінділер түзеді.

Хром жетіспеушілігінен туындайтын аурулар: қант диабетінің өршуі, метаболизм бұзылыстары, атеросклероз, өсу баяулауы, көздің қасаң қабығының бұлдырлануы.

Хром артық болған жағдайда туындайтын аурулар: ретикулоэндотелиалды жүйенің зақымдануы, аллергия, онкологиялық аурулар қаупінің артуы, ринит, бронхит, пневмосклероз, гастрит, асқазан мен мұрын пердесінің ойық жарасы.

Биосферада Cr (хром) – Pb, Ni, As, Cd, Hg секілді уытты элементтермен қатар мыңдаған және ондаған мың тонна көлемінде өндіріледі және олар қоршаған ортаға түсіп, оны жергілікті және аймақтық деңгейде ластайды. Табиғи жағдайда хром қоршаған ортаға жел эрозиясы мен жанартаулар шаңы арқылы (жылына 34 т) түседі [21]. Рудалы кен орындарындағы бастапқы тау жыныстарында жоғары концентрацияда болатын элементтер ассоциациясы 12-кестеде көрсетілген.

Кесте 12 - Өртүрлі кен орындарында жоғары концентрацияда кездесетін элементтер ассоциациясы (В.А. Алексеенко бойынша, 2000 ж.)

Пайдалы қазбалар кен орындары	Элементтердің қауымдастығы
Магмалық	Cr, Fe, Mg, (Pt, Al)
Хромитті	Cr, Fe, Pt, (Os, Ir), Mg
Платиналы	Fe, Ti, V
Титаномагнетитті	Fe, F, P, Ca, (Zr)
Атано-магнетитті	Ti, Nb, Zr, Ta, Ge, P, Al, F, (TR), Na
Сирек жер элементтері	Ni, Cu, (Pt, Pd, Co)
Мыс-никель (сульфидті)	C, Cr
Алмас (кимберлиттер)	P, Ti, Li, Zr, Th, Be, F, Cl, Sr, Nb, Ta, TR
Апатитті	

Хромның едәуір бөлігі қоңыр және тас көмірмен жұмыс істейтін жылу электр станцияларынан бөлінеді [35].

Адам әрекетінен болатын негізгі көздері – болат және ферроқорытпа өндірісімен айналысатын зауыттар (жалпы ластанудың 80 %) және мұнай мен көмір жағатын кәсіпорындар (15 %) [21, 26].

Хром металлургияда кеңінен қолданылады және темір мен болат өнеркәсібінің индикаторы ретінде қарастырылады. Ол топыраққа феррофосфордан қалған шлактар арқылы түседі. Бұл шлактардағы хром мөлшері 5000 мг/кг дейін жетеді [25]. Домна процесінде хром оксидтері басқа

металдармен бірге шлакқа өтеді және бір бөлігі түтін құбырлары арқылы атмосфераға таралады [26]. Хром оксиді (CrO_3) легирленген болат өндіруде, хромдау кезінде және феррохромды қоспаға енгізуде ортаға түседі (13 және 14-кестелер).

Кесте 13 - Өсімдіктердегі хромның мөлшері мен рөлі (Бойченко Е.А., Виноградов А.П., Малюга Д.П., Перельман А.И. және т.б. мәліметтері бойынша)

Элемент	Кларк литосфера (Кл), %	Өсімдік күлінің орташа мөлшері (Ср), %	БСк = Ср / Кл (КБП = Ср/Кл)	Күлдегі Сф максималды мазмұны		Өсімдік өміріндегі элементтің рөлі	Кездесу формасы
				%	Өсімдік, орган		
Cr	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-2}$	2,0	0,2	Бетеге (Ковыль)	Кейбір элементтерді активтендіреді	Органикалық қосылыстар

Кесте 14 - Хромның литосфера мен топырақтағы кларктік және орташа мөлшері; $n \cdot 10^{-3} \%$ (Алексеев В.А. бойынша, 2000 ж.)

Элемент	Кларк А.П.Виноградовпен		Қоныстану ландшафттары						
			Европа, Азия, Африка *				Батыс Кавказ **		
	литосфера	топырақ	барлық зерттелген	Мемлекеттік маңызы бар	аймақтық және жергілікті маңызы бар	курорттар	барлық зерттелген	аймақтық және жергілікті маңызы бар	курорттар
Cr	8,3	20,0	8,5	7,8	10,2	7,6	9,4	9,7	9,1

Ескерту: * - Алматы, Баден, Билефельм, Вена, Зальцбург, Каир, Қазан, Кельн, Краснодар, Новосибирск, Париж, Ростов, Санкт-Петербург, Светлогорск, Фрейбург, Кургада және т. б., ** - Адлер, Геленджик, Горный, Дивноморск, Кабардинка, Лазаревское, Новороссийск, Сочи, Темрюк, Туапсе және т. б.

Хром – ауада, суда, топырақта кездесетін металл-ластағыш. Алтывалентті хром салқындатқыш мұнараларда коррозияның алдын алу үшін қолданылып, жел арқылы таралып, қоршаған ортаны ластауы мүмкін [26] (22-кесте).

Кесте 15 - Кейбір өсімдіктер күліндегі хром мөлшері; $n \cdot 10^{-3} \%$ (Алексеев В.А. бойынша, 2000 ж.)

Эл	Өсімдік	Батыс Кавказ	Жапырақ күлінің орташа мөлшері	
			Қоныстанға	Батыс Кавказ Өсімдіктері

			н ландшафт теректері (Еуропа – Азия)*	Қоныстанға н ландшафт теректері **	Емен	бука	граба	Пихты (шырша)	Қарағай	Боярышник (жантақбояу)
Cr	25	4,79	2,66	1,1	0,8	1,6	1	1,2	1,1	26,7

Ескерту: * - Мәскеу, Санкт-Петербург, Петрозаводск, Архангельск, Красноярск, Барнаул, қазан, Владикавказ, Ереван, Донецк, Фрайбург, Вена, Париж және т. б.

** - Новосибирск, Анапа, Геленджик, Сочи, Туапсе, Лазаревское, Дивноморск және т. б.

Гигиеналық нормаларды әзірлеу кезінде ластаушы фактордың табиғатына, ортаның түріне және ластанудың әсер ету тәсіліне байланысты ерекшеліктер ескеріледі. Осыған орай, хром мен оның қосылыстары үшін ауада, суда, топырақта және азық-түлікте рұқсат етілген концентрациялар санитарлық нормалау әдістемесінің барлық ерекшеліктерін ескере отырып белгіленген (16-кесте).

Кесте 16 - Хром мен оның қосылыстарының жұмыс аймағы ауасында, атмосфералық ауада, суда және топырақта рұқсат етілген гигиеналық нормативтері [58, 59]

Зат атауы	Жұмыс аймағы ауасы		Атмосфералық ауа		Ішуге жарамды және мәдени-тұрмыстық пайдалануға арналған су	Топырақ	Қауіптілік классы
	ШР К _{р.з.} мг/м ³	ВД К _{р.з.} мг/м ³	ШР К _{м.р.} мг/м ³	ШР К _{сс.}	ШРК _{в.} мг/л	ШР К _п мг/кг	
Хром (Cr ⁺³)	—	—	—	—	0,5 (с.-т.)	—	3
Хром (Cr ⁺⁶)	—	—	—	—	0,1 (с.-т.)	0,005	3
Хром (Cr ⁺⁶) (CrO ₃ ге қайта есептегенде.)	—	—	0.0015	0.0015	—	—	1
Хром оксиді*	1,0	—	—	—	—	—	3
Хром үшоксиді*	0,01	—	0,0015	0,0015	—	—	1
Хром хлориді гексагидрат*	0,01	—	—	—	—	—	1
Аммоний хроматы *	0,02	—	—	—	—	—	1

Дихроматтар *	0,01	—	—	—	—	—	1
Бірнегізді хром фосфаты*	0,02	—	—	—	—	—	1
Үшнегізді хром фосфаты*	2,0	—	—	—	—	—	3
Хромин	5,0	—	—	—	—	—	3
Хром боридасы	1,0						
* Сг-ге қайта есептегенде.							

Ескерту:

- $TШK_{орл}(ППK_{орл})$ - су қоймасындағы заттардың иіс, түс, дәм сияқты органолептикалық қасиеттерінің өзгеруіне байланысты анықталатын шекті концентрациядан төмен мөлшері, мг/л.

- $TШK_{с.р.в.}$ – су қоймасының санитарлық режиміне (сапрофиттік микрофлора, оттегіге биологиялық қажеттілік және т.б.) әсер етуіне байланысты анықталатын шекті концентрациядан төмен мөлшері, мг/л.

- $TШK_m$ – су қоймасындағы заттардың уыттылық сипаттамаларына байланысты анықталатын шекті концентрациядан төмен мөлшері, мг/л.

- $ШРK_{с.қ.}$ – су қоймасындағы заттардың шекті рұқсат етілген концентрациясы, мг/л.

17-кестеде FAO/ДДСҰ ұсынған негізгі тағам топтарындағы хромның рұқсат етілген қалдық мөлшері көрсетілген.

Кесте 17 - Негізгі тағам топтарындағы хромның рұқсат етілген қалдық мөлшері (мг/кг шикі өнім) [57, 61]

Элемент	Балық	Ет өнімдері	Сүтті өнімдер	Нан және астық өнімдері	Көкөністер	Жемістер	Шырындар мен сусындар
Хром	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1

Табиғи-географиялық «фондық құрам» критерііне негізделген экологиялық нормалау тәсілі – бұл тәсіл техногендік әсерге ұшырамаған аумақтардағы топырақ түзілуінің табиғи факторларының жиынтығына сәйкес келетін ластайтын элементтер мен қосылыстардың топырақтағы құрамын фондық деп есептейді. Бұл әдіс топырақтың ластану деңгейін сипаттайтын экологиялық көрсеткіштерді айқындауға мүмкіндік берді [62, 63], олар 18-кестеде келтірілген.

Кесте 18 – Топырақтың ластану деңгейінің экологиялық көрсеткіштері, мг/кг.

Элемент	Құмды және құмды сазды топырақтар			Қышқылдық рН < 5,5 болатын сазды топырақтар			Қышқылдық рН > 5,5 болатын сазды топырақтар		
	ЭҚК	ШРМ	ЭКМ	ЭҚК	ШРМ	ЭКМ	ЭҚК	ШРМ	ЭКМ
Cr	1,5	6	95	18	72	1150	25	100	1600

Ескерту:

- ЭҚК(ЭНС) – экологиялық қалыпты концентрация, ол химиялық элементтердің фондық мөлшеріне сәйкес келеді және седиментациялық немесе басқа да жүктемелер ландшафт шегінен тыс элементтердің шығуын арттырмайды;
- ШРМ(ПДС) – ең жоғары рұқсат етілген мөлшер, ЭНС мәнінің төрт еселенгеніне тең;
- ЭКМ(ЭКС) – экологиялық критикалық концентрация, ЭНС мәнінің алты еселенгеніне тең.

ҚР ең өзекті экологиялық мәселелерінің бірі – өнеркәсіптік қалалардың қоршаған ортасының ластануы болып табылады. Тарихи тұрғыдан алғанда, санитариялық-қорғау аймақтарына қойылатын талаптарға қарамастан, ірі өнеркәсіптік нысандар көп жағдайда тұрғын үй құрылыс аймақтарына жақын орналасқан. Кәсіпорындардың көп жылдық жұмысы барысында олардың ықпал ету аймағында, соның ішінде селитебті аумақта да, табиғи ортада ластаушы заттардың жоғары мөлшердегі ошақтары қалыптасқан. Осыған байланысты қоршаған ортаны қорғаудың негізгі тетіктерінің бірі ретінде экологиялық нормалау ерекше маңызға ие. Экологиялық нормалаудың басты мақсаты — қоршаған ортаның сапасын реттеу және оған әсер етудің жол берілетін деңгейін белгілеу. Экологиялық нормалау процесінде қоршаған орта сапасының нормативтері, эмиссия нормативтері және табиғи ресурстарды пайдалану мен қорғау саласындағы нормативтер белгіленеді (ҚР Экологиялық кодексі, 22-бап).

2-тарауда атап өткеніміздей, Ақтөбе қаласының аумағы хромитті кендерді өңдеуге тән ерекшеліктерге ие. Сондықтан бұл элементті қалалық аумақтың басым ластаушысы ретінде қарастыруға болады. Бұған дейін Ақтөбе қаласында жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, Ілек өзеніндегі ең жоғары алты валентті хром концентрациясы Жеңіске өзенінің сағасынан төменгі ағысында тіркелген, мұндағы ең жоғары концентрациялар 5 мг/л-ге дейін жеткен, ал орташа жылдық деңгейі 2,1–2,4 мг/л аралығында болған [34], [32].

Қала мен облыс аумағындағы жерүсті және жерасты суларының хроммен жоғары дәрежеде ластануы, ең алдымен, хром құрамды шламдар жинақталған тоғандардан алты валентті хромның инфильтрациясымен байланысты.

Ақтөбе қаласына тән ластаушы – хром өндірісінің қалдықтарымен бірге қоршаған ортаға түсетін алты валентті хром болып табылады. Бұл зат канцерогенді болғандықтан, қоршаған орта сапасының мақсатты көрсеткіштерін белгілеу кезінде Ақтөбе қаласы тұрғындарының канцерогендік қауіп деңгейі есепке алынған.

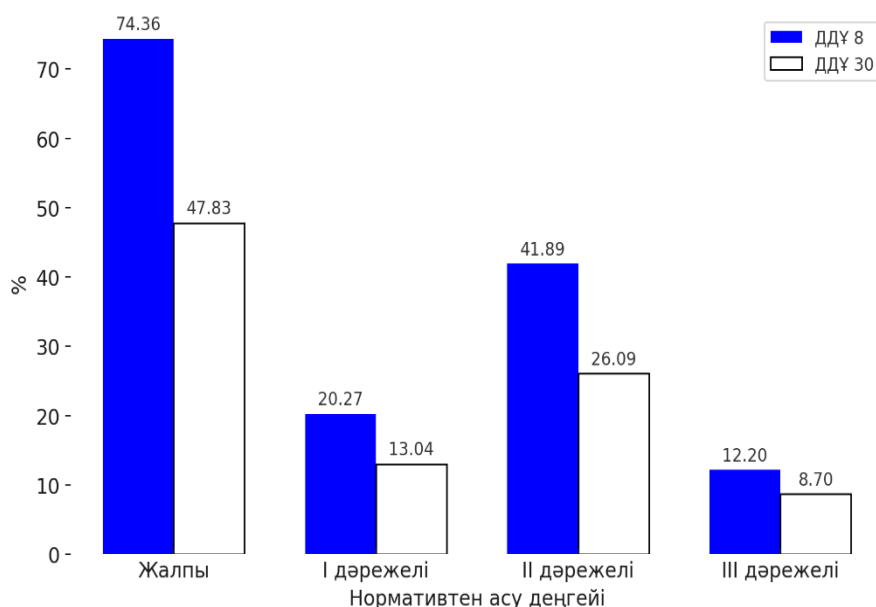
Ақтөбе қаласында хром өңдеуші кәсіпорындардың ұзақ уақыт бойы жұмыс істеуі нәтижесінде, қоршаған ортада бірқатар уытты компоненттермен, соның ішінде алты валентті хроммен ластану қалыптасқан. Бұл жағдай халық

денсаулығына да әсер етпей қоймады. Өңірдің маңызды ерекшеліктерінің бірі — тарихи ластану аймақтарының қалыптасуы.

Бұл экологиялық жағдай зерттеліп отырған аумақтағы халық денсаулығына әсер етеді. Қалалық аумақты балалар арасындағы сырқаттанушылық деңгейіне қарай аудандастыру арқылы, өңірге тән және экологиялық факторларға тәуелді аурулар көп тіркелетін аймақтар анықталған.

Ақтөбе қаласында келесі локализациялар бойынша қатерлі ісіктердің таралуының айқын және статистикалық тұрғыда дәлелденген өсімі байқалады: кеңірдек, бронх, өкпе ісіктері; асқазан ісігі; өңеш ісігі; қалқанша без ісігі.

Балалар биологиялық орталарындағы ауыр металдар мөлшерін бағалау үшін қаланың әртүрлі ластану көздеріне жақын және алыс орналасқан екі мектепке дейінгі балалар мекемесі (МДБМ) таңдалды. Өнеркәсіптік аймаққа жақын орналасқан №8 МДБМ балаларының шаш сынамаларында хром мөлшері айтарлықтай жоғары екені анықталды. Хром бойынша нормативтен асу дәрежесіне қарай шаш сынамаларының үлестік салмағының бөлінуі 33-суретте көрсетілген.



Сурет 20 – Хром мөлшері нормативтен жоғары шаш сынамаларының үлесі (С.И. Альмурзаева және т.б., 2017 ж.)

Бұған дейін жүргізілген зерттеулерге сәйкес, Ақтөбе қаласының экологиялық жағдайын бағалау кезінде қаланың топырақтарында ауыр металдардың ең жоғары концентрация коэффициенттері анықталды (19-кесте).

Кесте 19 – Ақтөбе қаласының топырағындағы ауыр металдар мөлшері (Ақтөбе қаласының Экология департаменті, Қозыбеков Ф.Е. және т.б., 2018 ж.)

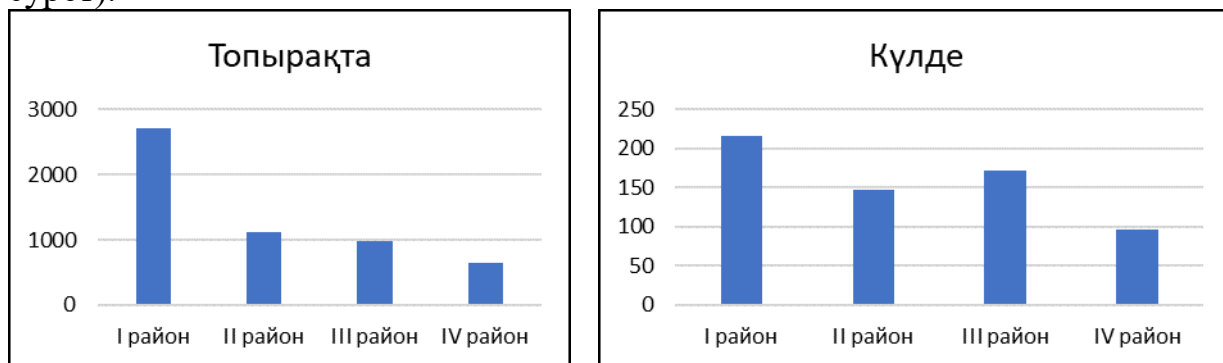
Сынамалар алынған орын	Тереңдігі (см)	Zn (ШПК-50)	Cu (35)	Pb (30)	Cr (100)	Zn (23)	Cu (3)	Pb (6)	Cr (0.5)
АЗФ	0–20	50.0	18.4	28.4	48.52	4.6	—	5.3	2.04
Махамбетова	20–40	41.6	10.8	11.6	45.24	1.8	—	6.7	1.80
Мектеп №16	0–20	16.8	19.6	24.8	37.32	1.4	—	13.7	8.30
Мұнай өңдеу зауыты	20–40	25.2	12.8	28.8	34.68	2.8	—	11.2	6.50
Батыс-2	0–20	28.8	18.4	22.4	38.64	1.4	—	6.2	5.40
11-шағын аудан	20–40	21.6	11.6	25.2	33.60	1.2	—	7.2	6.40
Әуе қалашығы	0–20	34.4	15.6	23.2	39.60	1.8	—	6.7	4.20
«Мега» ауданы	20–40	22.4	16.8	25.6	42.48	2.2	—	7.4	4.80
СНПС	0–20	45.6	17.2	21.6	40.56	3.2	—	4.7	3.50
Желтаев	20–40	29.2	17.6	20.8	41.64	2.4	—	5.4	4.60
Автовокзал	0–20	23.2	10.4	18.4	36.72	1.8	—	5.9	4.80
Авиагородок	20–40	18.4	12.4	19.2	38.88	2.4	—	6.3	3.20
Нефтебаза	0–20	17.6	13.6	20.4	35.76	1.2	—	4.8	3.20

Жоғарыда келтірілген деректерге сүйенсек, хром бұл аумақтағы қоршаған орта компоненттерінде жинақталады. Бұрын жүргізілген зерттеулер нәтижесі бойынша қалада өте қауіпті ластану деңгейі байқалады. Ал біз жүргізген зерттеулер келесі нәтижелерді көрсетті. Хромның статистикалық параметрлері 20-кестеде келтірілген.

Кесте 20 – Ақтөбе қаласының топырақтарында және қара терек жапырағының күліндегі хромның таралуының статистикалық параметрлері (мг/кг)

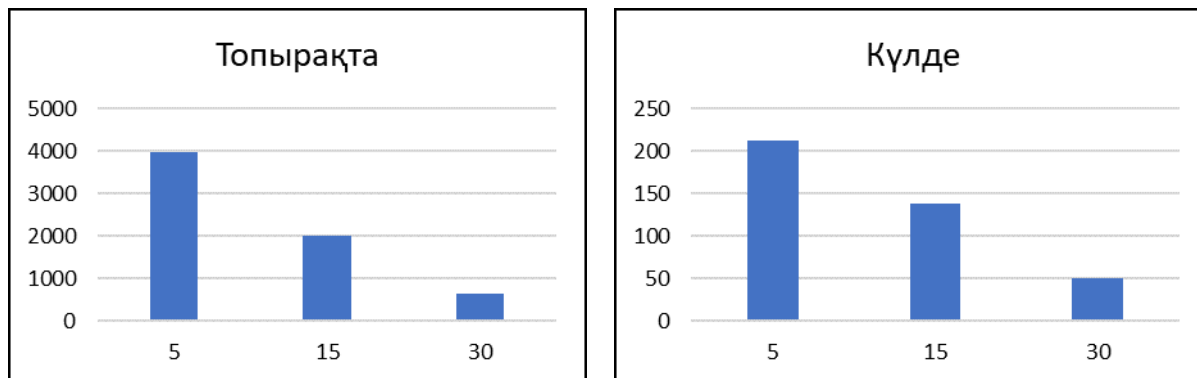
Орта		ΔX	max/min	S	V, %
Топырақ	1370	345	3981/0,4	1145	84
Күл	155	14	337/3	88	57

Хромит өндіру қаланың топырағында да, өсімдіктерінде де байқалады (21-сурет).



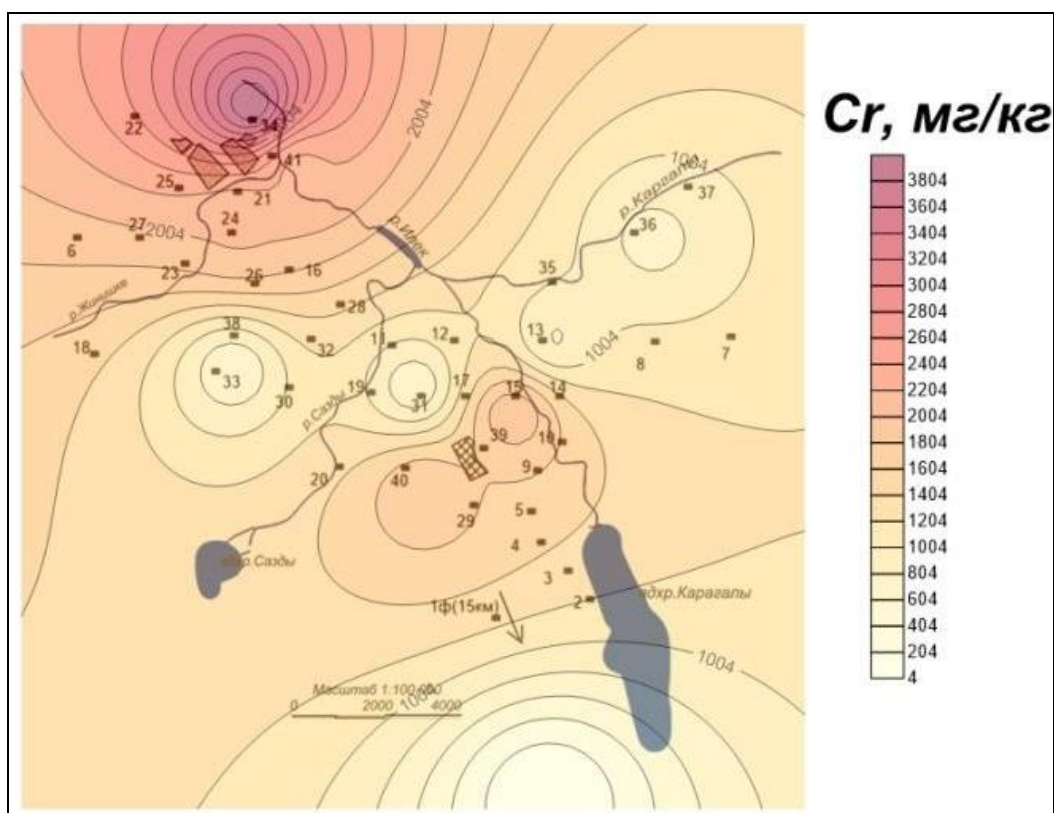
Сурет 21 – Қаланың аудандары бойынша топырақ пен күлдегі хромның мөлшері

Хромның ең көп жиналуы хромит кенін өңдеу өндірістеріне жақын аудандарда анық байқалады. Ақтөбе қаласының топырағы мен қара терек жапырағының күліндегі хром мөлшері өндіріс аймағынан алыстаған сайын өзгереді (22-сурет).

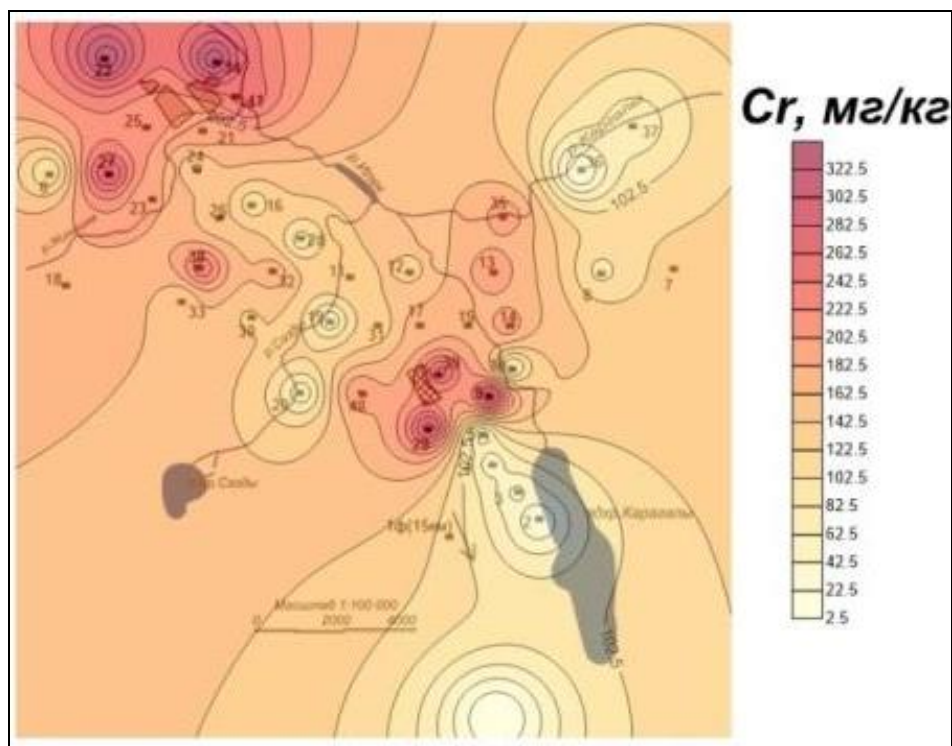


Сурет 22 – Хромит өндірістік аймағынан алыстауына қарай топырақ пен күлдегі хром мөлшері

Мұнда хромит өндірісінен алыстаған сайын элемент концентрациясының желдің бағытымен фоны аймақтарға қарай төмендейтіні байқалады. Бұл жағдай 23 және 24-суреттерде айқын көрсетілген.



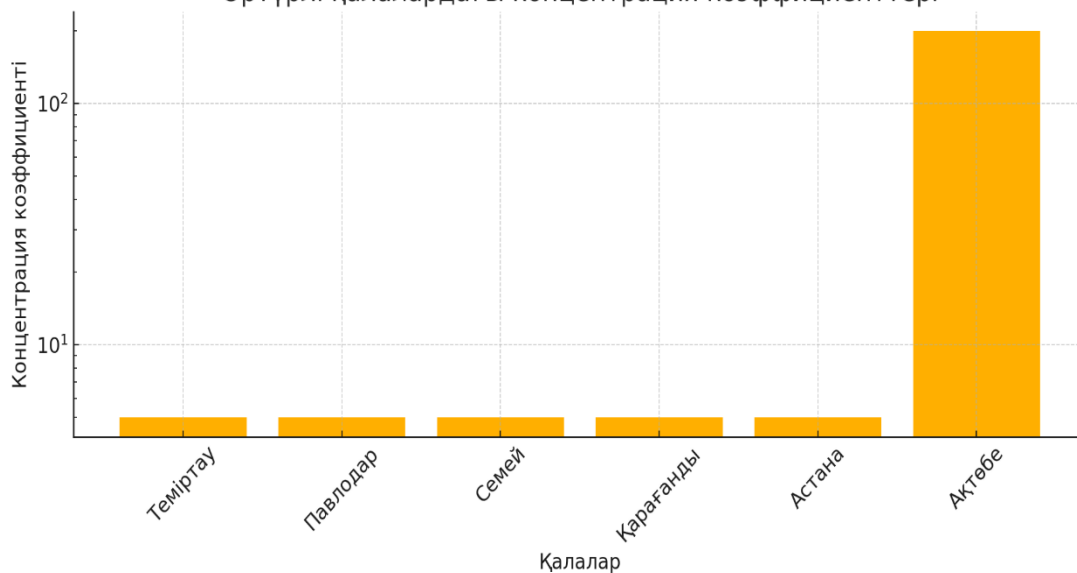
Сурет 23 – Ақтөбе қаласының аумағындағы топырақтағы хромның таралуының схемалық картасы



Сурет 24 – Ақтөбе қаласының аумағындағы қара терек жапырағының күліндегі хромның таралуының схемалық картасы

Хромның таралу картасы оның біркелкі таралмағанын және солтүстік өндірістік аймақта аномалия бар екенін көрсетеді (24-сурет).

Әртүрлі қалалардағы концентрация коэффициенттері



Сурет 25 – Қазақстан қалаларының топырақтарындағы хром концентрациясының коэффициенті (Кс)

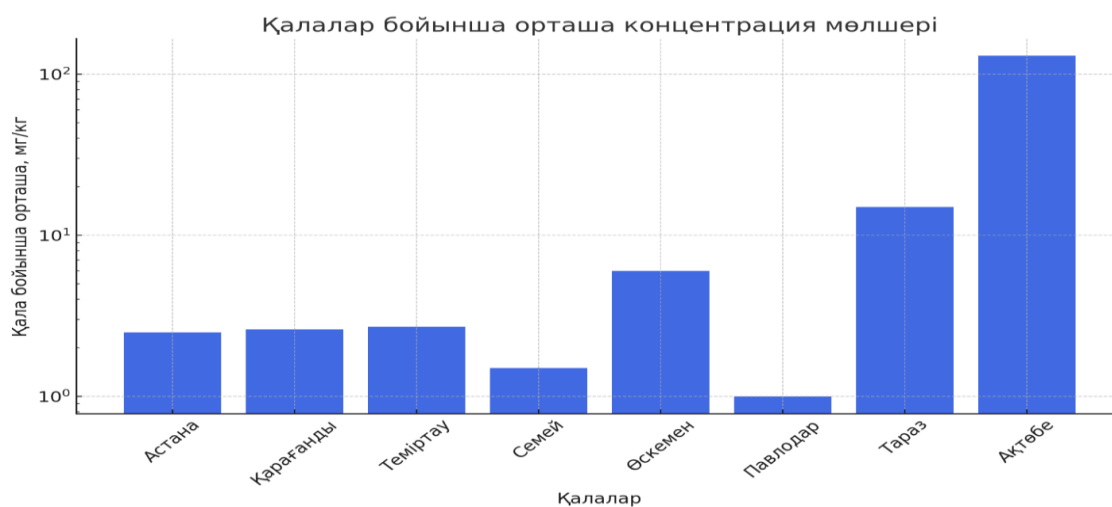
Бұл суретте Ақтөбе қаласында басқа Қазақстан қалаларымен салыстырғанда хром мөлшерінің ең жоғары екені айқын көрсетілген. Сонымен қатар,

Қазақстан қалаларының топырақтарындағы химиялық элементтердің концентрация коэффициенті бойынша геохимиялық қатар жасалды (21-кесте).

Кесте 21 – Қазақстан қалаларының топырақтарындағы концентрация коэффициенті (Кс) бойынша геохимиялық мамандану (А.Ж. Есенжолова, 2013 ж., және Алдонгваровтың толықтыруларымен)

Қалалар	Геохимиялық қатарлар
Семей	Zn _{3,7} - Mo _{3,0} - Cd _{2,9} - Co _{2,6} - Ba _{2,5} - Cr _{2,3} - Cu _{2,2} - Pb _{2,1} - V _{1,6} - Ni _{1,6} - U _{1,5} - Sr _{1,5} - Li _{1,4}
Өскемен	Pb _{15,2} - Zn _{15,1} - Cu _{7,6} - Cd _{6,7} - U _{3,3} - Mo _{2,9} - V _{2,6} - Co _{2,5} - Cr _{1,9} - Li _{1,8} - Ni _{1,7} - Ba _{1,7} - Sr _{1,7}
Павлодар	Ni _{5,4} - Cu _{3,0} - Ba _{3,0} - Cd _{3,0} - Pb _{3,0} - Cr _{3,0} - Zn _{2,4} - Mo _{2,0} - Li _{2,0} - Sr _{2,0} - V _{1,8} - Co _{1,7} - U _{1,5}
Астана	Pb _{4,0} - Cu _{3,2} - Zn _{2,6} - Cd _{2,6} - Cr _{2,3} - Ba _{2,3} - Li _{1,8} - Co _{1,8} - U _{1,8} - Sr _{1,6} - Mo _{1,7} - V _{1,5} - Ni _{1,5}
Қарағанды	Zn _{5,0} - Pb _{3,4} - V _{3,0} - Cr _{3,0} - Cu _{2,3} - Ba _{2,2} - Co _{2,1} - Li _{2,0} - Mo _{1,6} - Sr _{1,6} - Ni _{1,5} - Cd _{1,5} - U _{1,3}
Теміртау	Ni ₅ - Li _{4,3} - Cr _{4,0} - Mo _{3,5} - Zn _{3,4} - Pb _{3,1} - Cd _{3,0} - Cu _{2,5} - Ba _{2,1} - V _{2,1} - Co _{2,0} - U _{1,5} - Sr _{1,3}
Ақтөбе	Cr ₃₄₂ - Th ₃₆ - Hf ₃₄ - Ce ₃₂ - Zn ₂₁ - As ₅ - Sr ₄ - Au ₃ - U _{1,1} - Ba _{1,1} - Co _{1,1} - Tb _{1,1} - Sb ₁ - Fe ₁ - Ag ₁ - Sc _{0,9} - Lu _{0,9} - Eu _{0,9} - Sm _{0,8} - Yb _{0,8} - Ta _{0,8} - Na _{0,8} - La _{0,8} - Ca _{0,7} - Nd _{0,7} - Br _{0,7} - Cs _{0,7} - Rb _{0,7}

Ақтөбе қаласына жүргізілген неғұрлым детальды талдау барысында Қазақстан қалалары арасында салыстырмалы биогеохимиялық зерттеу жүргізілді. Бұл диаграмма әртүрлі қалалардағы элементтердің құрамын графикалық түрде бейнелейді (26-сурет).



Сурет 26 – Өсімдіктер күліндегі хромның әртүрлі қалалардағы орташа мөлшері

Ұсынылған графикте әрбір урбанизацияланған аумақ үшін қара терек жапырағының күліндегі химиялық элементтердің жиналу ерекшелігі көрсетілген. Ақтөбе қаласындағы сынамаларда хромның ең жоғары мөлшері тіркелген. Бұл – осы аймақтағы хромит кенін өңдейтін ірі кәсіпорындардың қызметінің нәтижесі.

ҚОРЫТЫНДЫ

Ағаш жапырақтарын зерттеу урбанизацияланған аумақтарды келесі көрсеткіштер бойынша бағалауға мүмкіндік береді: геохимиялық райондау, химиялық элементтердің өзара байланысы және әртүрлі факторлардың әсері.

Ақтөбе қаласының аумағында қара терек (*Populus nigra* L.) жапырағы күлін талдау нәтижесінде зерттелген элементтердің барлығы дерлік біркелкі таралмағаны анықталды. Бұл стандартты ауытқу, арифметикалық орта және вариация коэффициенті сияқты көрсеткіштермен расталады.

Сондай-ақ, Ақтөбе қаласы бойынша әрбір элементтің концентрация коэффициенті есептеліп, химиялық элементтердің жоғары шоғырлану деңгейі байқалған аймақтар анықталды.

Зерттеу барысында қара терек жапырағының күлінің элементтік құрамында сирек кездесетін жер элементтері басым екені анықталды.

Зерттеу нәтижесінде алынған қара терек жапырағы күлінің элементтік құрамы бойынша кеңістіктік үлестіру карталары (сызбалар) жасалды.

Сонымен қатар, Ақтөбе қаласының топырақ үлгілері де зерттелді. Қаланың топырағындағы химиялық элементтердің геохимиялық бірлестігі келесі жағдайларды көрсетті: хром элементі үшін концентрация коэффициенті >300 . Гафний, торий және церий элементтерінің бірлестігі >30 коэффициенттерімен ерекшеленеді, ал мырыш >20 . Сонымен қатар, 1-ден 5-ке дейінгі концентрацияда мына элементтер жиналады: мышьяк, стронций, алтын, уран, барий, кобальт және тербий.

Зерттеу барысында Ақтөбе қаласының топырағындағы сынап концентрациясы шекті рұқсат етілген деңгейден және Кларк концентрациясынан аспайды, бұл оның төмен деңгейде ластанғанын көрсетеді. Алайда, арнайы «сынап» өндірісі жоқ өнеркәсіптік дамыған қалаларда бұл элемент қалалық экожүйелердің ластаушыларының тізімінде соңғы орындардың бірінде емес екенін біздің зерттеулеріміз де растап отыр.

Ағаш өсімдіктері жапырағының күліндегі химиялық элементтердің концентрациясы бойынша Ақтөбе қаласының экологиялық қолайсыз аумақтары анықталды. Белгілі бір өндіріс түрлеріне тән химиялық элементтердің жиналуына қарай антропогендік жүктемесі жоғары аймақтар анықталды.

Аурушаңдық бойынша халық денсаулығының жағдайын бағалау нәтижесінде келесі аурулар сыныптарының өсу үрдісі сенімді екені анықталды: эндокриндік жүйе аурулары, тамақтану және зат алмасу бұзылыстары; қан және қан түзу мүшелерінің аурулары; қан айналым жүйесі аурулары. Аталған аурулар сыныптары өңірге тән ерекшеліктер ретінде қарастырылуы мүмкін.

Ақтөбе қаласында қатерлі ісіктердің келесі түрлерінің таралуының сенімді өсу үрдісі анықталды: кеңірдек, бронх және өкпе обыры; асқазан обыры; өңеш обыры; қалқанша безінің обыры.

Осылайша, хром мәселесі бар екені және оның халық денсаулығына әсер ететіні анықталды. Осыған байланысты қолданыстағы нормативтердің

сақталуы және алдын алу шараларының жүзеге асырылуы мәселесін көтеру қажет.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Артамонов В.И. 'Жасыл оракулдар' - Мәскеу: Мысль, 1989-190 б.
2. Айбасова Ж.А. Атмосфералық ауаның хром өнеркәсіп орындарының шығарындыларымен ластануы / Батыс Қазақстан медициналық журналы. – 2005.-№3(7). – Б.13-19.
3. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Адамның микроэлементоздары: этиология, классификация, органопатология. – Мәскеу: Медицина, 1991.
4. Буренко Э.К. Элементтердің экологиялық геохимиясы. – Мәскеу: 1994. – 304 б.
5. Белоног А.А., Слажнева Т.И., Яковлева Н.А., Корчевский А.А., Абдрахманова Ш.З., Мащенко С.Н. Қоршаған ортаның химиялық факторларының халық денсаулығына әсер ету қаупін бағалау / Әдістемелік нұсқаулар. – Алматы, 2024. – 35 б.
6. Белеванцев В.И., Гущина Л.В., Оболенский А.А. және т.б. Тұщы жерүсті суларында және атмосферада сынаптың химиялық-термодинамикалық жағдайлары / Тұрақты даму мүддесіндегі химия, т.3, № 1-2, қаңтар-мамыр 1995, б. 3-10.
7. Белоголова Г.А., Матяшенко Г.В. Береза ағашы Оңтүстік Байкал өңірінің эколого-геохимиялық жағдайының индикаторы ретінде // География және табиғи ресурстар, №1, 2010, б. 63-70.
8. Вернадский В.И. Биогеохимиялық очерктер. – Мәскеу-Ленинград: КСРО Ғылым академиясы баспасы, 1940. – 241 б.
9. Вернадский В.И. Геохимия очерктері // Таңдамалы шығармалар: 5 томда — Мәскеу: КСРО Ғылым академиясы баспасы, 1954.-Т. 1.
10. Вернадский және қазіргі заман / Бас ред. Б.С. Соколов және А.Л. Яншин. - Мәскеу: Ғылым, 1986. - 232 б.
11. Вернадский В.И. Биогеохимия және топырақ геохимиясы бойынша еңбектер. — Мәскеу: Ғылым, 1992. – 437 б.
12. Василенко О.Н. Радиациялық экология. – Мәскеу: Медицина, 2004. – 216 б.
13. Вернадский В.И. Тірі заттың химиялық құрамы жер қыртысының химиясымен байланысы. – Мәскеу: «Уақыт» баспасы, 1922. – 183 б.
14. Вернадский В.И. Биосфера, бірінші және екінші очерктер. – Ленинград: Ғыл.-техн. баспа, 1926. – 146 б.
15. Вернадский В.И. Биогеохимиялық очерктер (1922–1932 жж.). – Мәскеу; Ленинград: КСРО Ғылым академиясы баспасы, 1940. – 250 б.
16. Вернадский В.И. Биогеохимия мәселелері. – Мәскеу: Ғылым, 1980. – 226 б. (Биогеохимиялық зертхана еңбектері; Т.16).

17. Гумарова Ж.Ж. Хромның биологиялық объектілерде жинақталу және шығарылу кинетикалық заңдылықтары: Биол. ғыл. канд. автореф. – Алматы, 1998. – 19 б.

18. МЕМСТ 17.4.2.01-81. Табиғатты қорғау. Топырақтар. Санитарлық жағдай көрсеткіштерінің номенклатурасы.

19. МЕМСТ 17.4.4.02-84. Табиғатты қорғау. Топырақтар. Химиялық, бактериологиялық, гельминтологиялық талдау үшін сынама алу және дайындау әдістері.

20. Засорин Б.В. Атмосфералық ауаның құрамындағы хромға метеофакторлардың әсері // «Экология және экологиялық білім беру мәселелері» конф. материалдары. – Ақтөбе, 2008. – Б. 385-390.

21. Засорин Б.В., Сабыр К.К., Исаков А.Ж. Урбанизацияланған аумақтардың тіршілік ортасының факторларынан халық денсаулығына төнетін қауіптер. - Ақтөбе, 2009. – 152 б.

22. Засорин Б.В., Карашова Г.И., Исаков А.Ж., Сарсенбаева Т.Ш. Урбанизацияланған аумақтарда ауа ортасының ластануы есебінен халыққа түсетін нақты химиялық жүктемені анықтау // «Қазақстандағы еңбек медицинасы және өндірістік токсикология мәселелері» конф. материалдары. – Қарағанды, 2006. – Б. 151-154.

23. Қазақ КСР тарихы / Бас ред. С.Н. Покровский. - Алматы: ҚазКСР ҒА баспасы, 1959. – Т. 2. – 34 б.

24. Иванов В.В. «Элементтердің экологиялық геохимиясы». Анықтамалық. Мәскеу: Экология, 1997, кн. 5, 576 б.

25. Иманқұлов Ж.И., Гончарова Т.Г., Яковлева Н.А., Лимешкина Е.С., Әлмұрзаева С.И. Ақтөбе облысының атмосфералық ауасы, топырағы және өсімдіктеріндегі хромның құрамын зерттеу нәтижелері. // VI Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция материалдары «Ауыр металдар және радионуклидтер қоршаған ортада». – Семей, Қазақстан. – 2010. – Т.1. – Б.177-180.

26. Ильин В.Б. Топырақ – өсімдіктер жүйесіндегі ауыр металдар. – Новосибирск: Ғылым, 1991. – 151 б.

27. Кударов С.Е., Юрченко В.И., Ділмағамбетов С.Н. Ақтөбе қаласының қоршаған ортасының гигиеналық жағдайы және халық денсаулығы / Қоршаған ортаның гигиенасы және адам денсаулығы. – Ақтөбе, 1989. – Б.13-14.

28. Кэрри Е.Е. Ауада, топырақта және табиғи су қоймаларында хром. - ред. Ландгард С. - Элсвьер Биомедикал Пресс. – Нью-Йорк, 1982.

29. Коста М. Хромның Cr(VI) жануарлар мен адамдар үшін уыттылығы және канцерогенділігі. Токсикологиядағы сындарлы қайта қараулар. – 27(5): Б. 431-442.

30. Ковальский В.В. Геохимиялық экология. – Мәскеу: Ғылым, 1974. – 299 б.

31. Қазақ КСР. Экономикалық-географиялық сипаттама. – Мәскеу, 1985.

32. Карашова Г.И., Қалдыбаева А.Т., Үтешова Л.Ш., Ермұханова Л.С., Жолдыбаева Д.Г., Жұмағазиева М.С. Ақтөбе қаласының қар жамылғысының

химиялық ластану сипаттамасы // «Мұнай және денсаулық» конференция материалдары. – Уфа, 2007. – Б. 164-66.

33. Ковальский В.В. Геохимиялық орта және тіршілік. – Мәскеу: Ғылым, 1982.

34. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Топырақтар мен өсімдіктердегі микроэлементтер.

35. Каримова И.Т., Мамырбаев А.А., Каримов Т.К. Ақтөбе облысының басым экологиялық мәселелері. // XXI ғасырдағы профилактикалық медицина және жаратылыстану, әлеуметтік-гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері. – Ақтөбе, 2007. – Б.49-52.

36. Мамырбаев А.А., Засорин Б.В., Сатыбалдиева У.А. Ақтөбе ферроқорытпа зауытының еңбек жағдайларының сипаттамасы. // Еңбек гигиенасы және медициналық экология. – №1(26). – 2010. – Б.51-56.

37. Мамырбаев А.А. Хромның және оның қосылыстарының токсикологиясы, монография, - Ақтөбе, 2012, – 284 б.

38. Меженский В.Н. Өсімдіктер-индикаторлар /. — Мәскеу: ООО «АСТ» баспасы; Донецк: «Сталкер», 2004. — 76, [4] б. —(Үй шаруашылығы).

39. Ордабаев Ж.К., Әжмуратова М.А., Засорин Б.В., Сабирова Ж.К. Ақтөбе қаласының атмосферасындағы өндірістік кәсіпорындардың шығарындыларының таралуы // Батыс Қазақстан медициналық журналы. – 2009. - №1(21). – Б. 99-103.

40. Перельман И. Геохимия: - Мәскеу, 1989.

41. Ауыр металдар мен басқа да химиялық элементтердің тағам өнімдеріндегі шекті рұқсат етілген мөлшері. – Мәскеу. СЭВ. – 1983. – 6 б.

42. Рихванов Л.П., Барановская Н.В., Игнатова Т.Н. Тірі заттың геохимиясы туралы // Геохимиялық экологияның өзекті мәселелері: VI Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференцияның баяндамалар жинағы. – Семей, 2006. – Б. 19-40.

43. Сукашев Т.И., Андреева Л.П., Каримов Т.К. және т.б. Ақтөбе қаласындағы зауыттар-зиянкестердің зиянды шығарындыларының гигиеналық бағасы // Қазақстан денсаулық сақтау журналы. – 1996. - №3. – Б. 27-28.

44. Скурихин И.М., Волгарев М.Н. Тағам өнімдерінің химиялық құрамы. – Мәскеу: ВО «Агропромиздат». – 1987. – Т.1 – 223 б.

45. Тейлор Д. Нейтрондық сәуле шығару және активациялық талдау, (ағылшын тілінен аударған) / Бас ред. А.С.Штань. Мәскеу: Атомиздат, 1965. - 210 б.

46. Утешова Л.Ш., Қалдыбаева А.Т., Ермұханова Л.С., Жолдыбаева Д.Г., Жұмағазиева М.С., Қарашова Г.И. Ақтөбе қаласының топырағындағы химиялық заттардың жинақталуы // «Мұнай және денсаулық» конференция материалдары. – Уфа, 2007. – Б. 167-170.

47. Чертко Н.К., Чертко Э.Н. Химиялық элементтердің геохимиясы және экологиясы: Анықтамалық құрал. – Минск: БГУ баспасы, 2018. – 140 б.

48. Ауданның қалалық аймағының эколого-геохимиялық бағасы: биогеохимиялық түсірілім деректері бойынша: №3 зертханалық жұмысқа

арналған әдістемелік нұсқаулық. Геохимия пәні бойынша табиғи орталарды геохимиялық мониторингі. Күндізгі және сырттай оқитын студенттер үшін. 013600 мамандығы бойынша. – Томск: ТПУ баспасы, 2000. – 20 б.

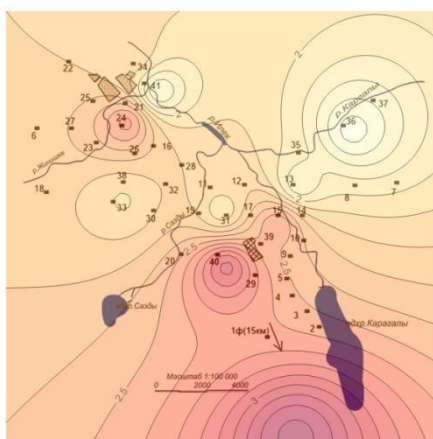
49. Язиков Е.Г. Томск қаласының эколого-геохимиялық жағдайын пылеаэрозольдер мен топырақтарды зерттеу деректері бойынша бағалау: Монография / Е.Г. Язиков, А.В. Таловская, Л.В. Жорняк. – Томск: Томск политехникалық университетінің баспасы, 2017. – 243 б.

50. Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю. Геоэкологиялық мониторинг: Оқу құралы. – Томск: ТПУ баспасы, 2024. - 276 б.

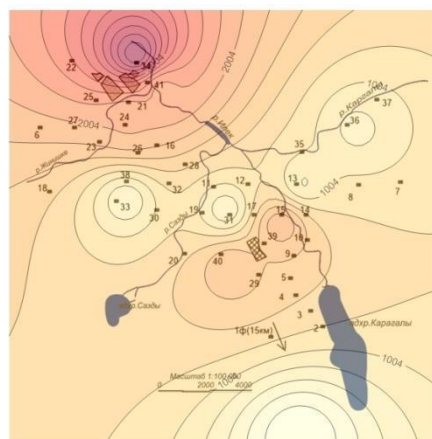
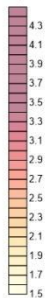
51. Якушина Н.И. Өсімдіктер физиологиясы. – Мәскеу: Просвещение, 1993. – Б. 162-175.

Қосымша А

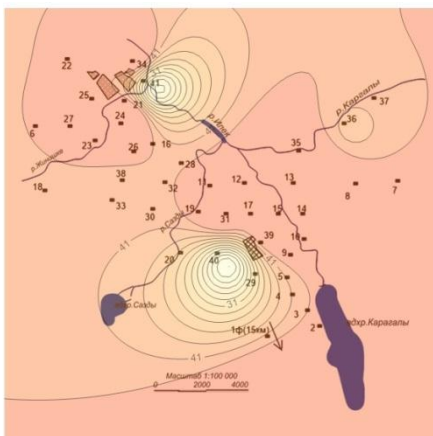
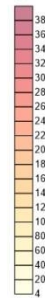
Карталар-схемалар Ақтөбе қаласының топырақтарында химиялық элементтердің таралуы. мг / кг.Элементтер В. И. Вернадский элементтерінің геохимиялық классификациясы бойынша салынған.



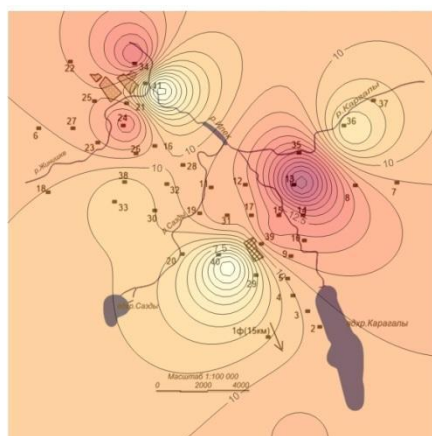
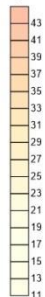
Ca, мг/кг



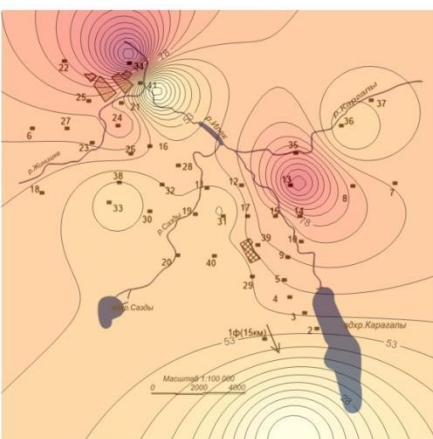
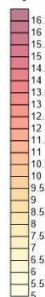
Cr, мг/кг



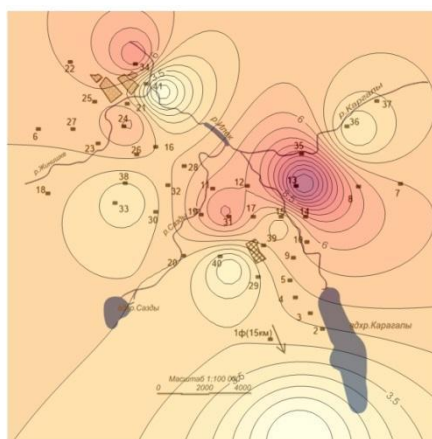
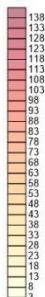
Fe, мг/кг



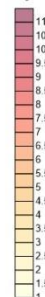
Co, мг/кг

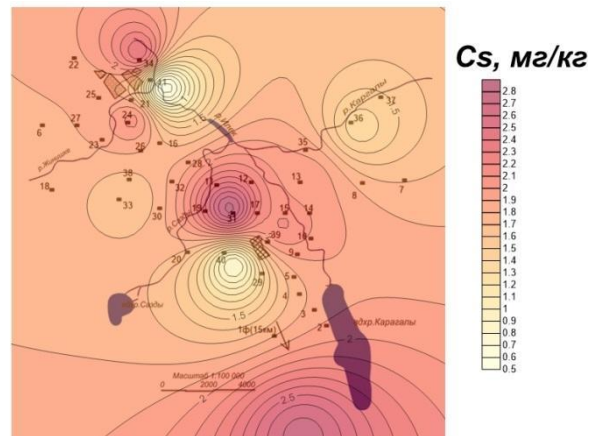
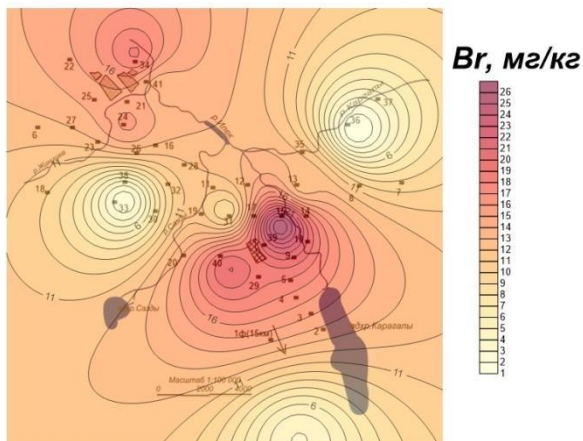
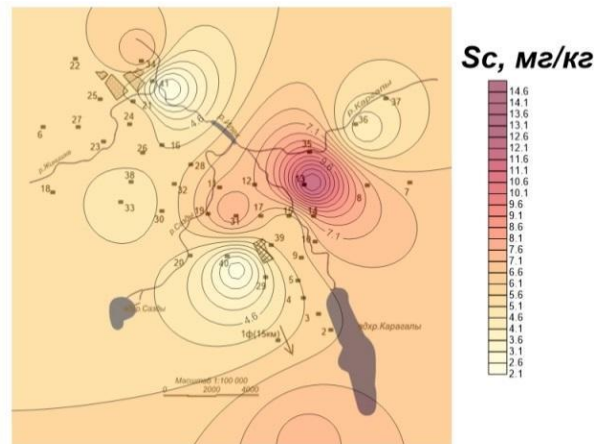
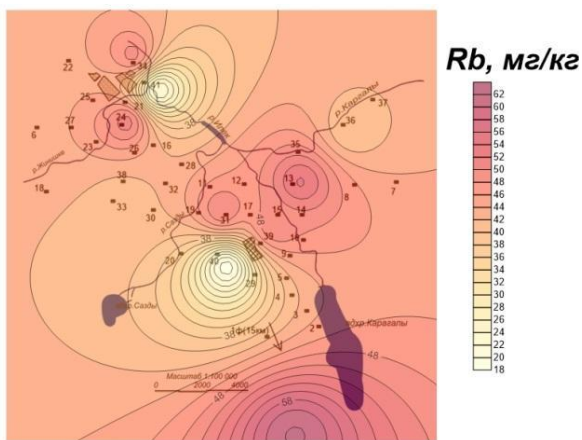
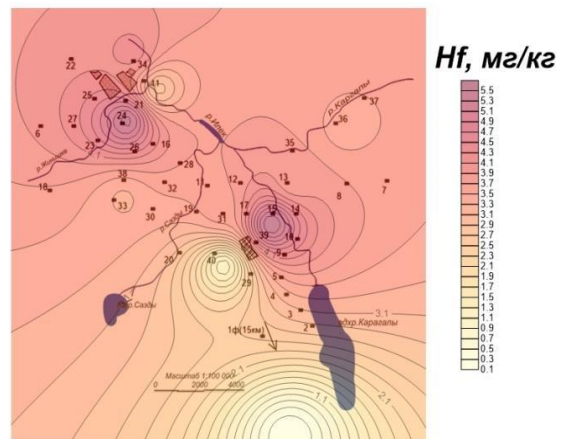
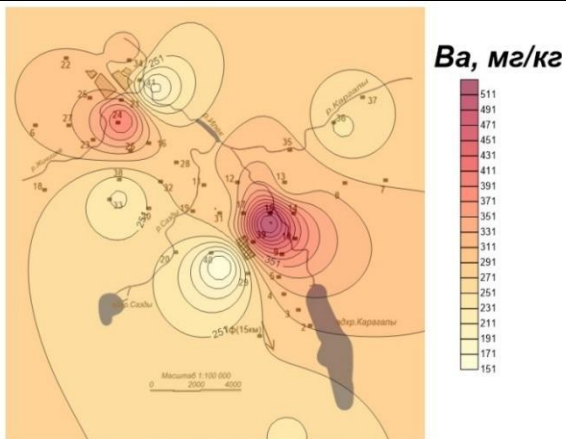
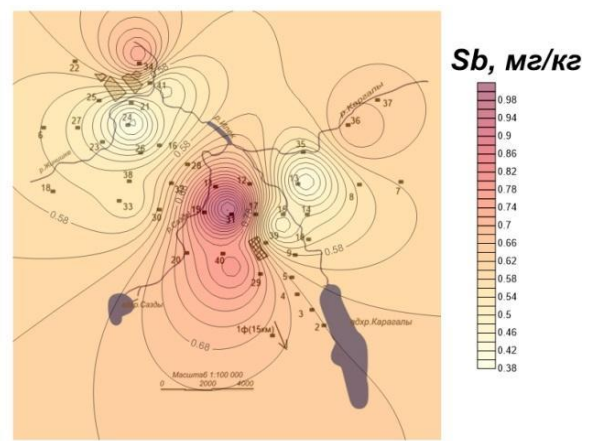
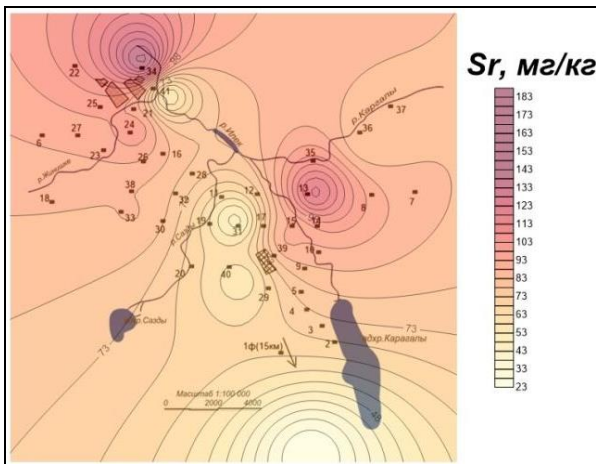


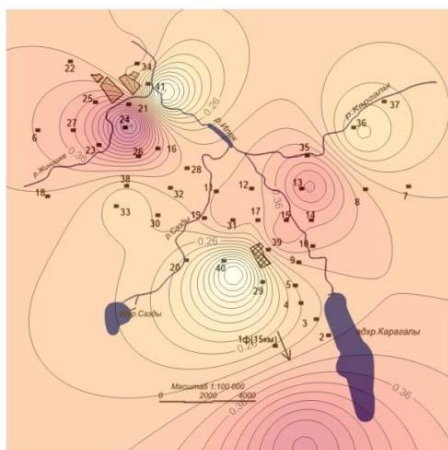
Zn, мг/кг



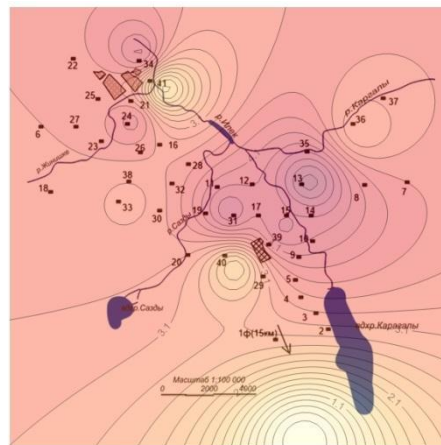
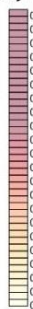
As, мг/кг



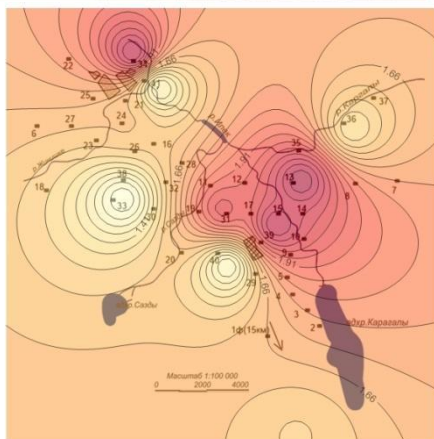
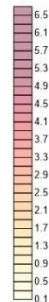




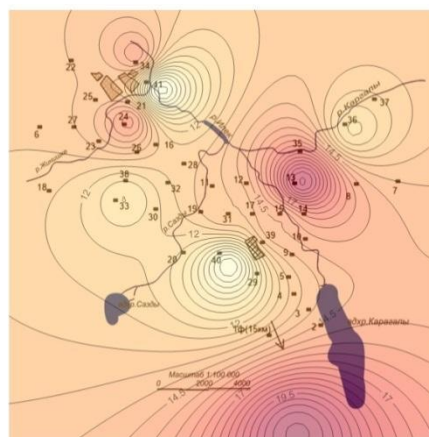
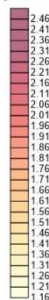
Ta, мг/кг



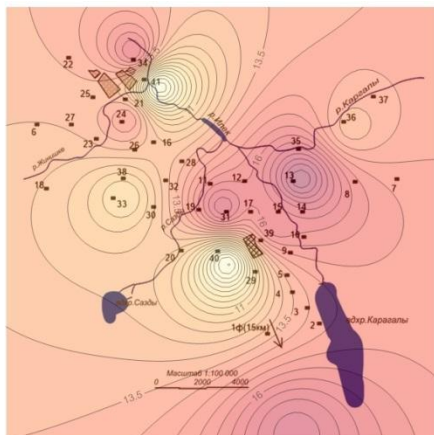
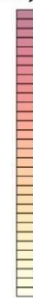
Th, мг/кг



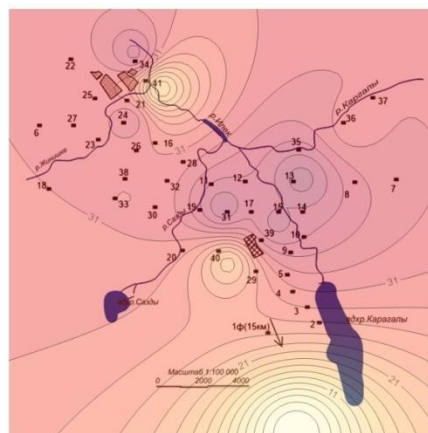
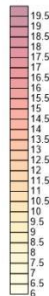
U, мг/кг



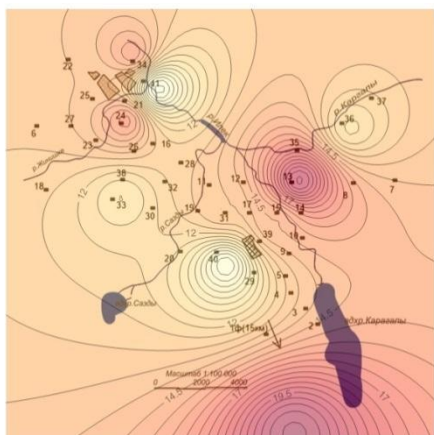
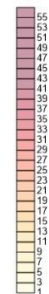
Nd, мг/кг



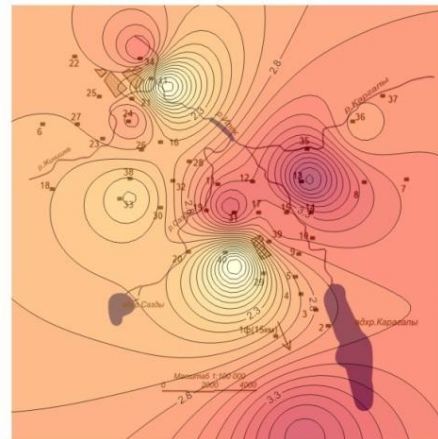
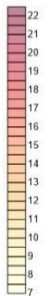
La, мг/кг



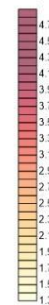
Ce, мг/кг

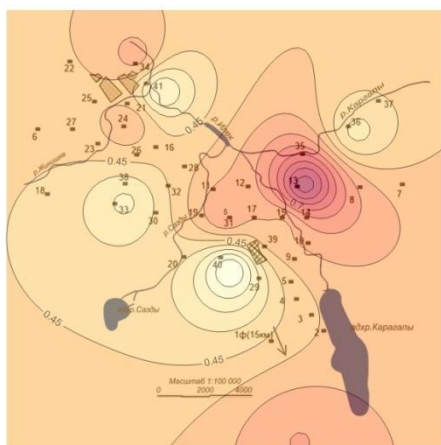


Nd, мг/кг

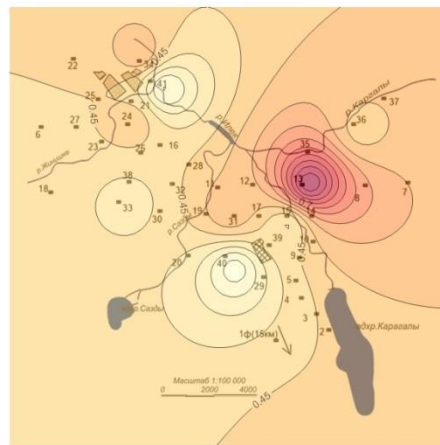
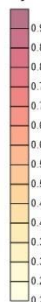


Sm, мг/кг

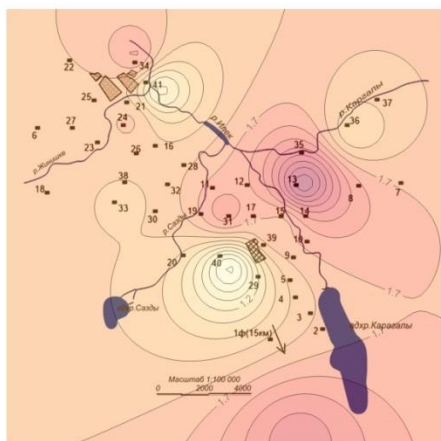




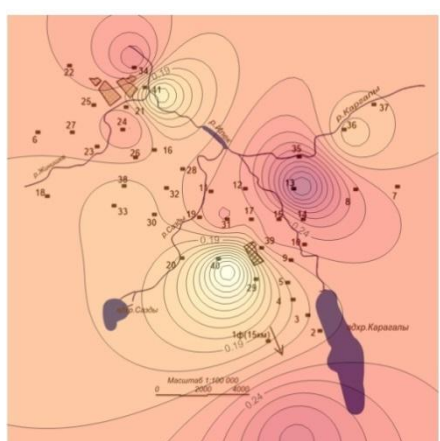
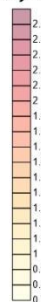
Eu, мг/кг



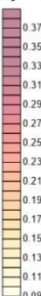
Tb, мг/кг



Yb, мг/кг

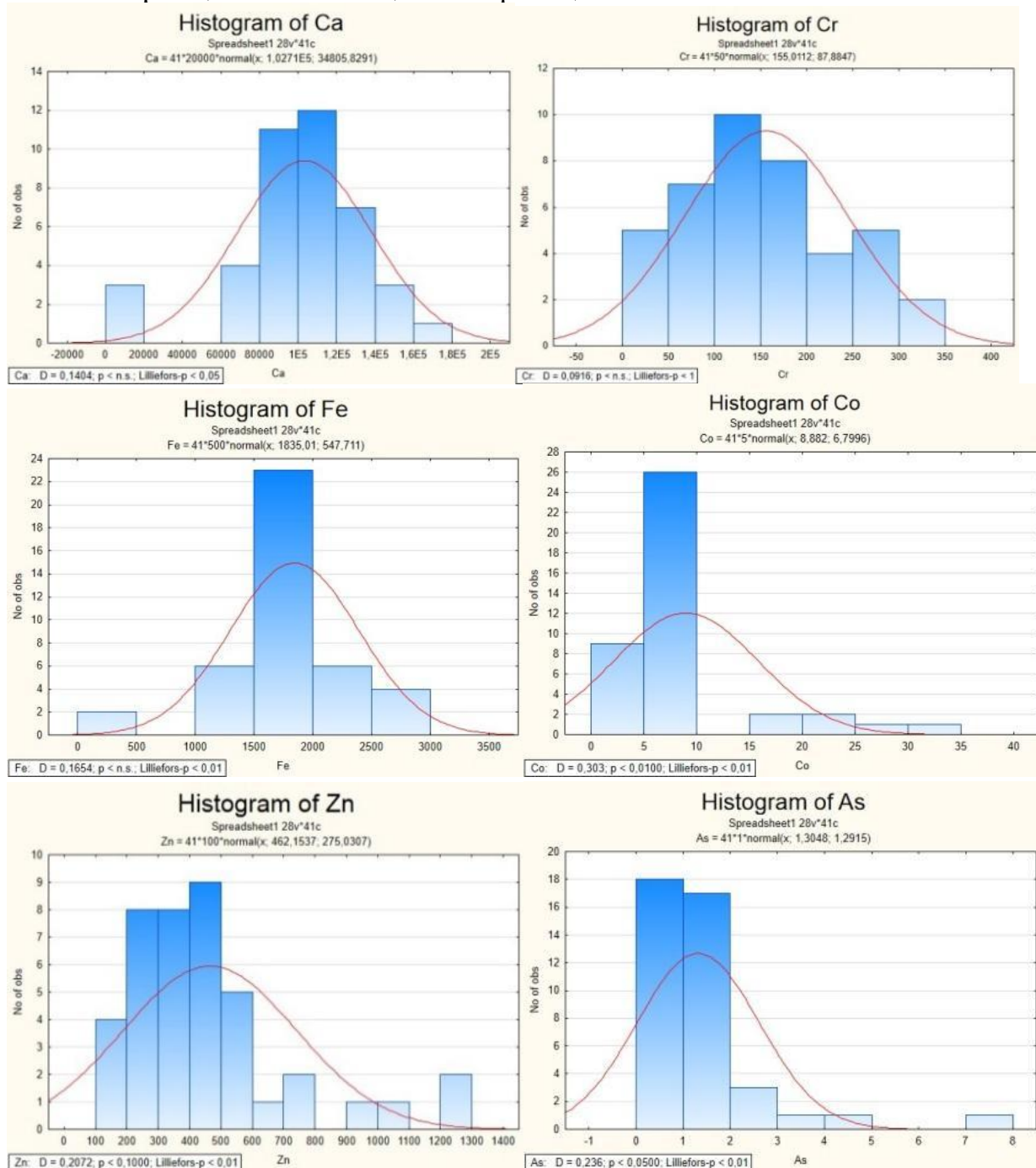


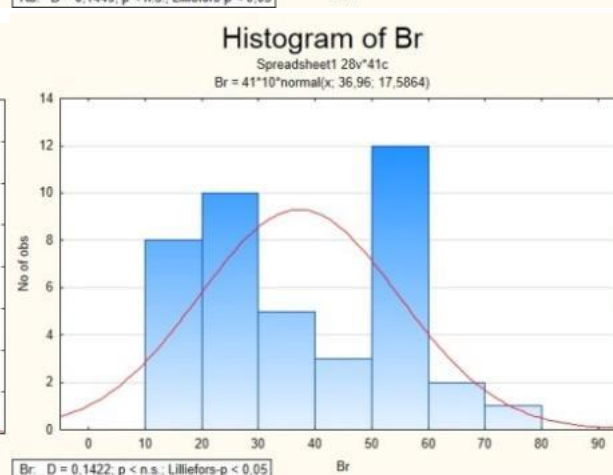
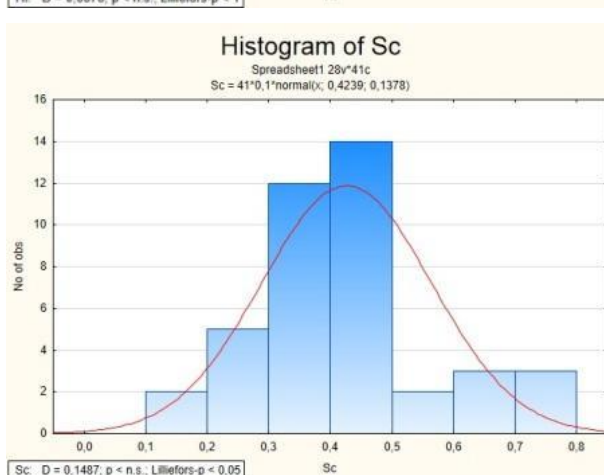
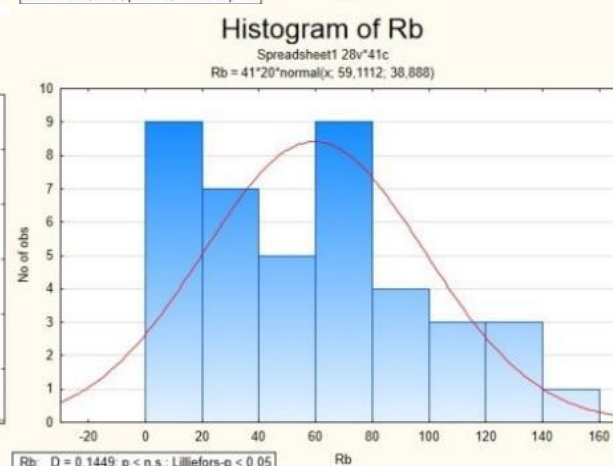
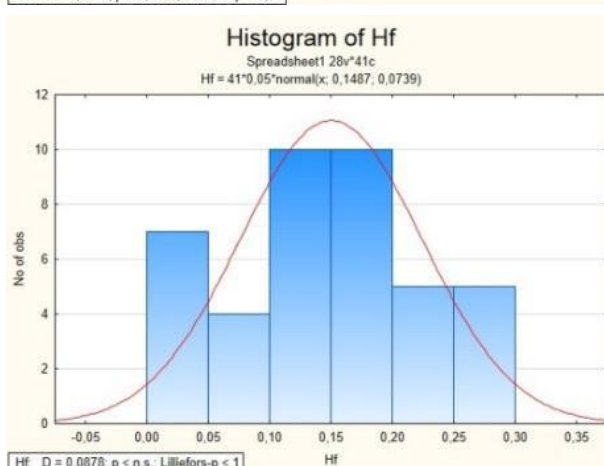
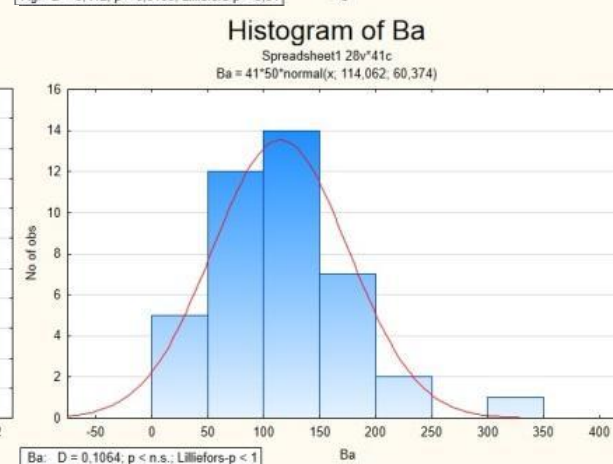
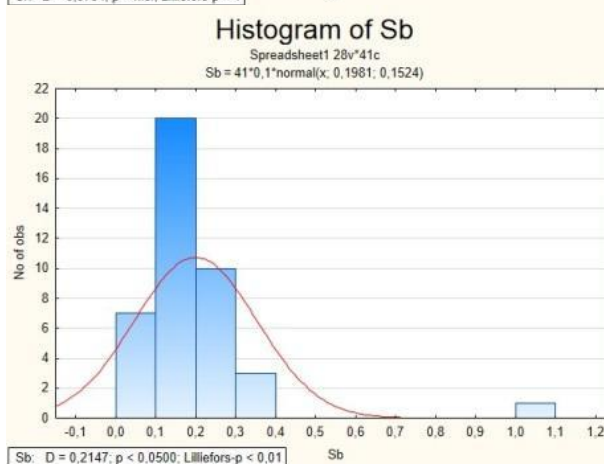
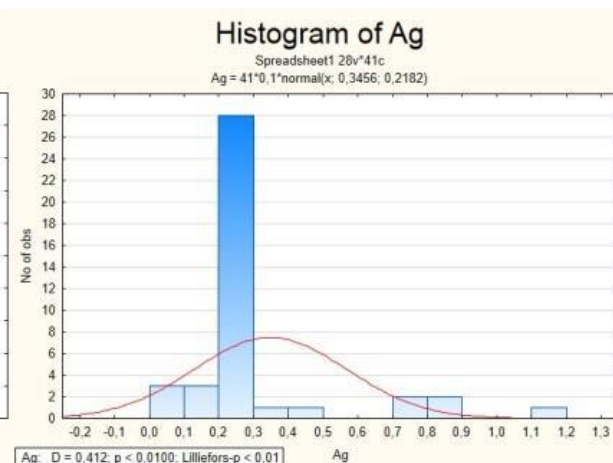
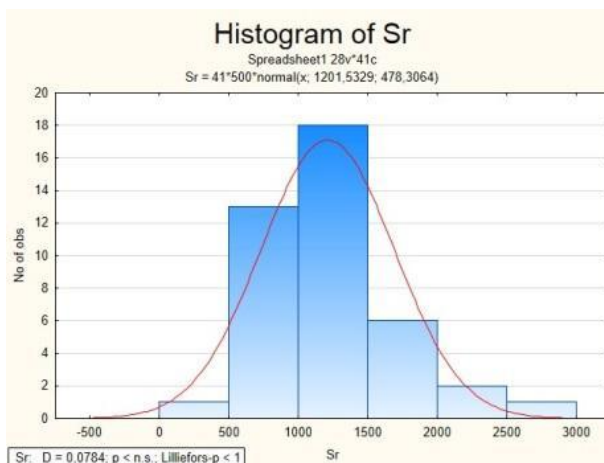
Lu, мг/кг

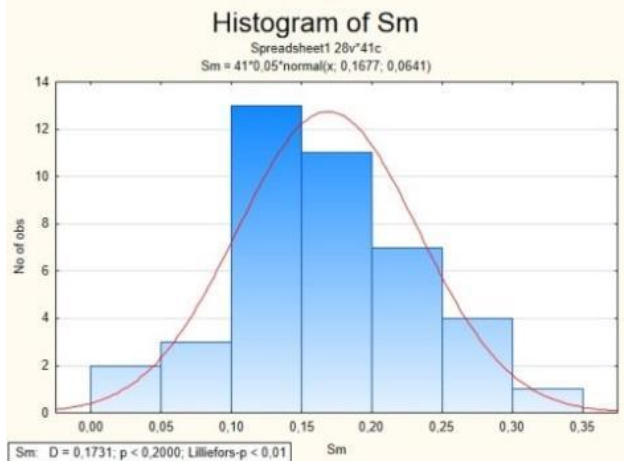
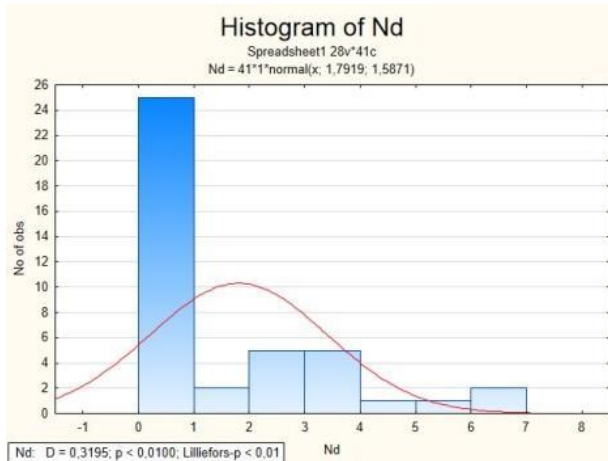
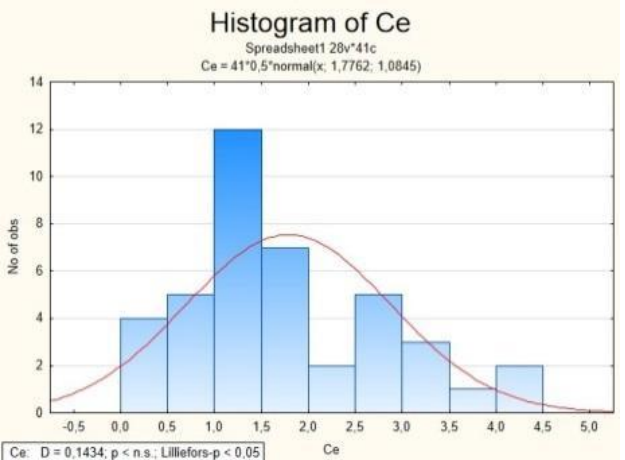
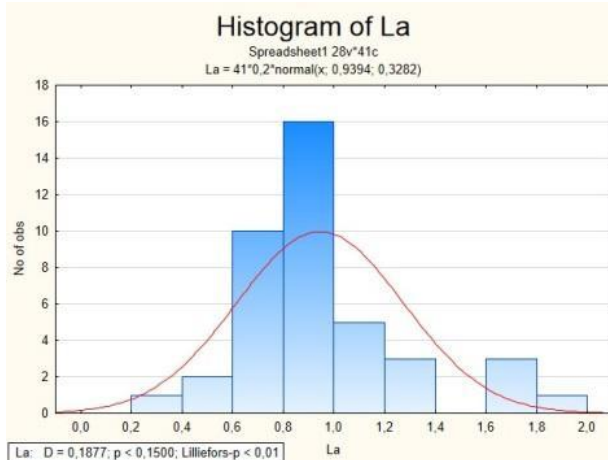
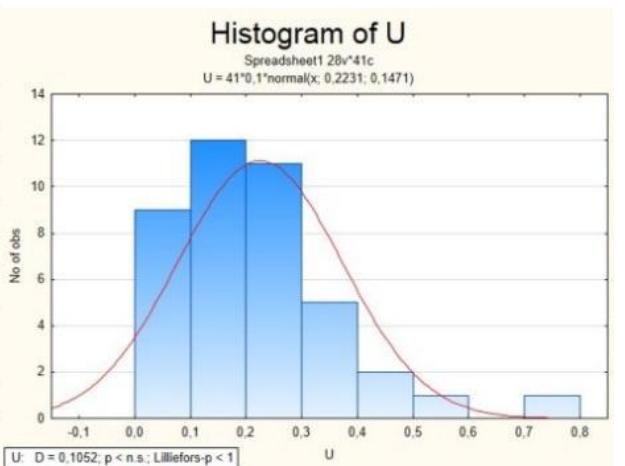
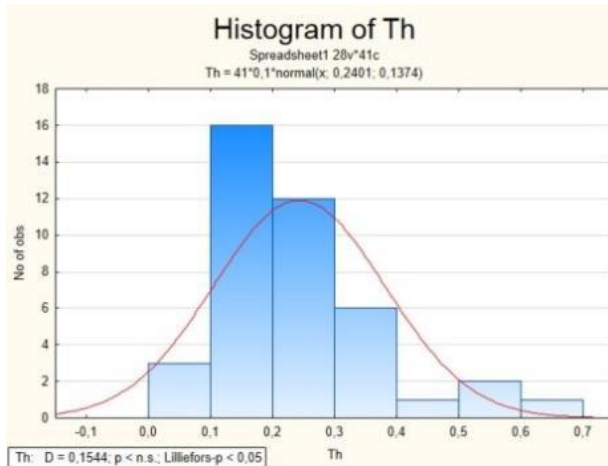
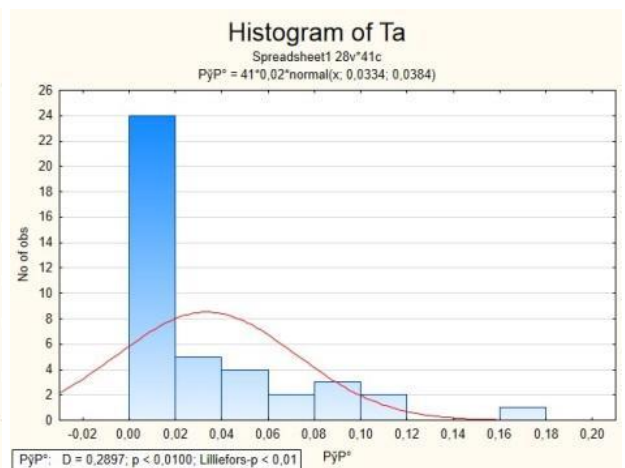
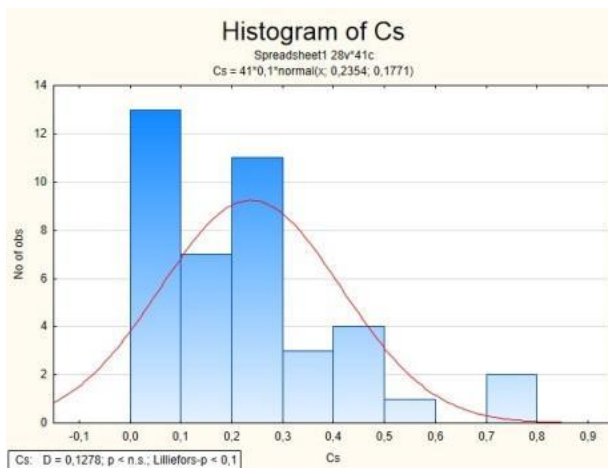


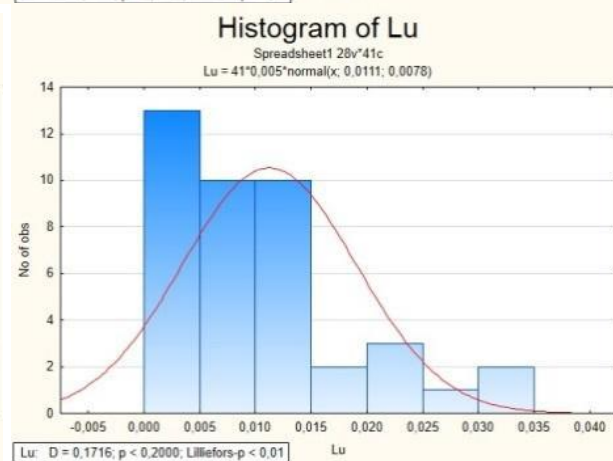
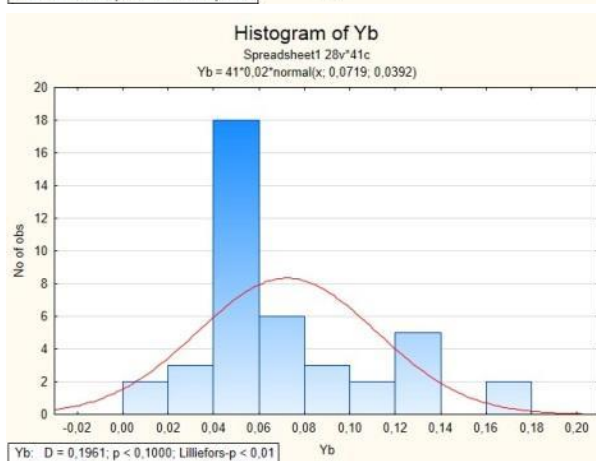
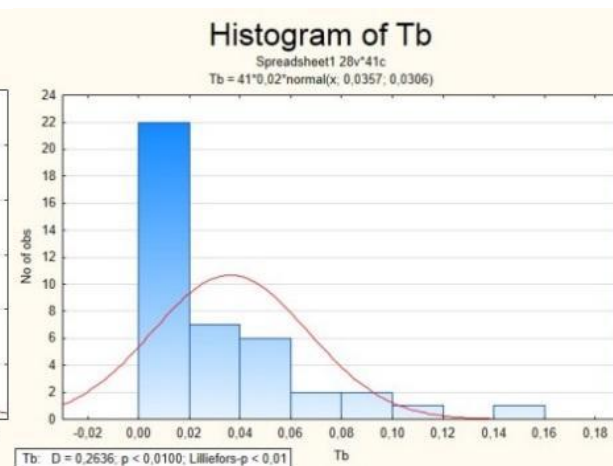
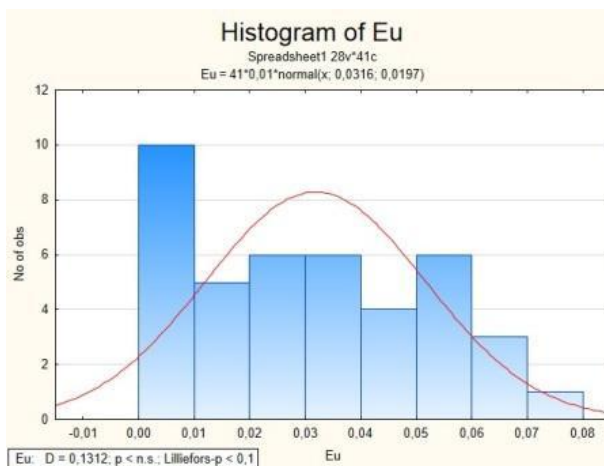
Қосымша Б

Ақтөбе қ. қара терек жапырақтарының күліндегі химиялық элементтердің құрамын бөлудің гистограммалары (мг / кг). Элементтер В. И. Вернадский элементтерінің геохимиялық классификациясы бойынша салынған.



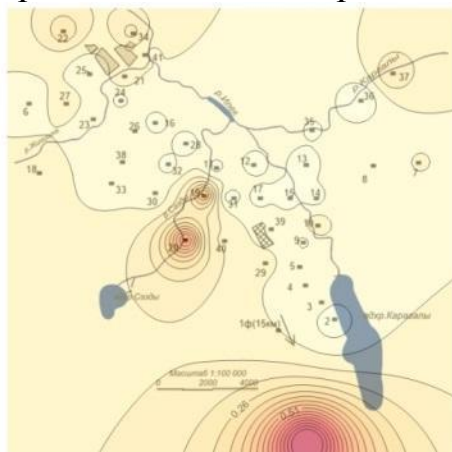




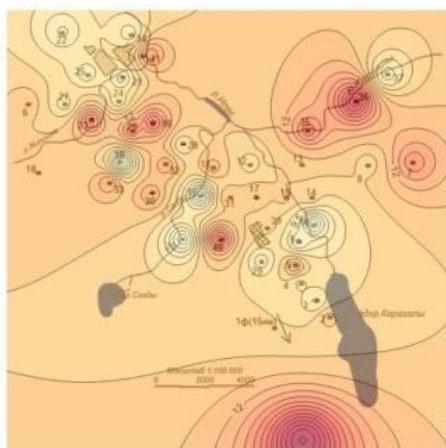
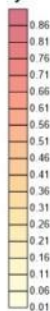


Қосымша В

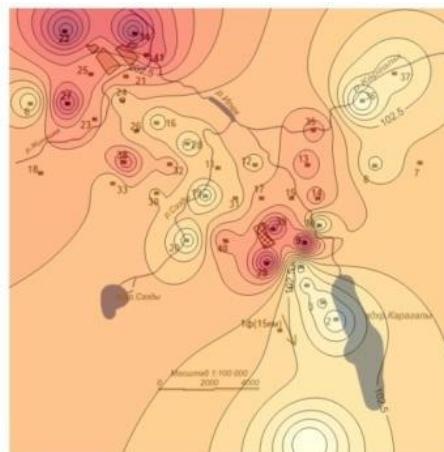
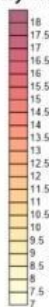
Ақтөбе қаласының аумағында қара терек жапырақтарының күлінде химиялық элементтердің таралу схемасы – карталары. Элементтер В. И. Вернадский элементтерінің геохимиялық классификациясы бойынша салынған.



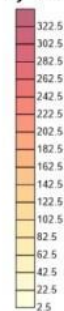
Na, мг/кг

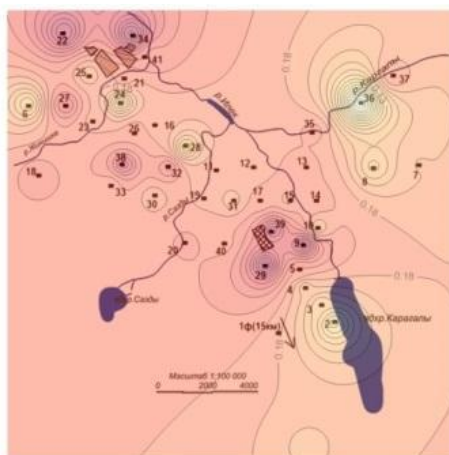


Ca, мг/кг

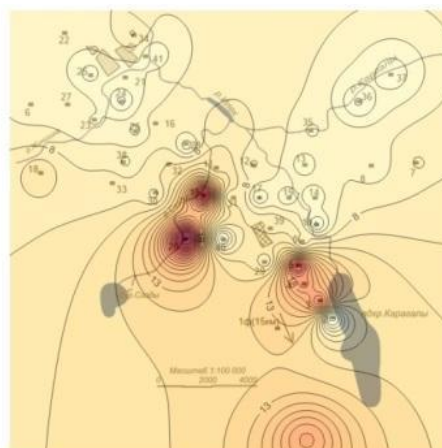
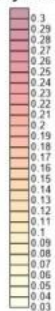


Cr, мг/кг

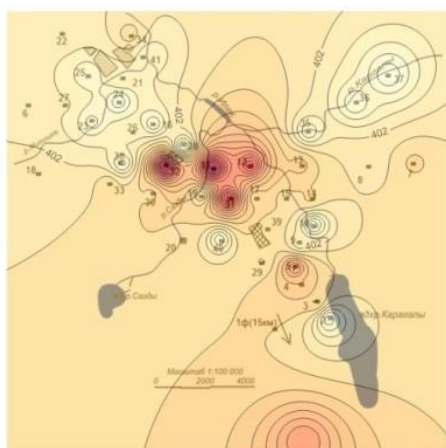




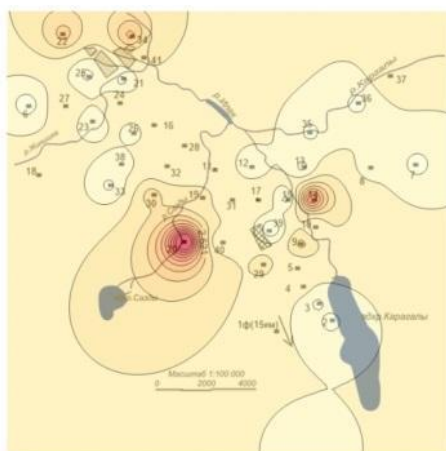
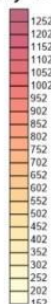
Fe, мг/кг



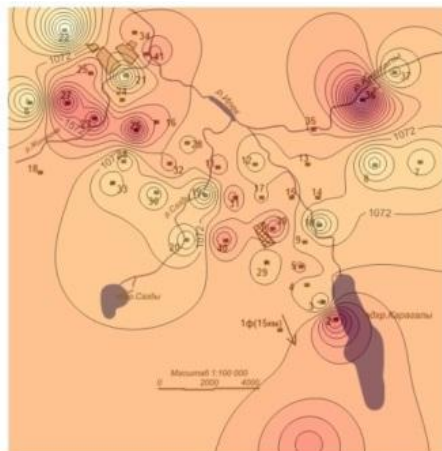
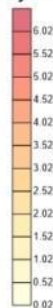
Co, мг/кг



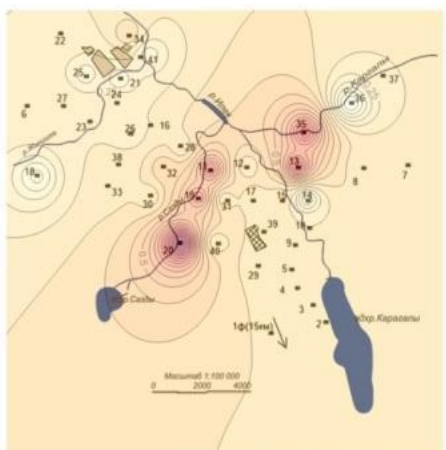
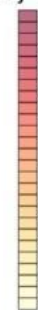
Zn, мг/кг



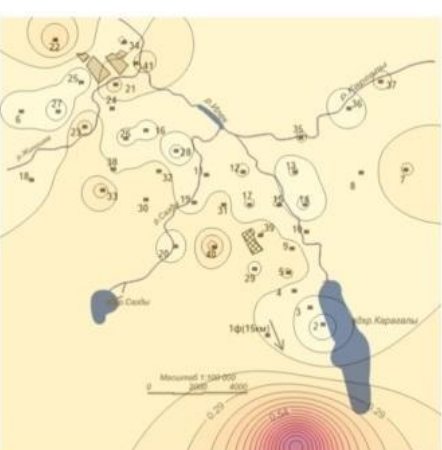
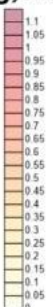
As, мг/кг



Sr, мг/кг

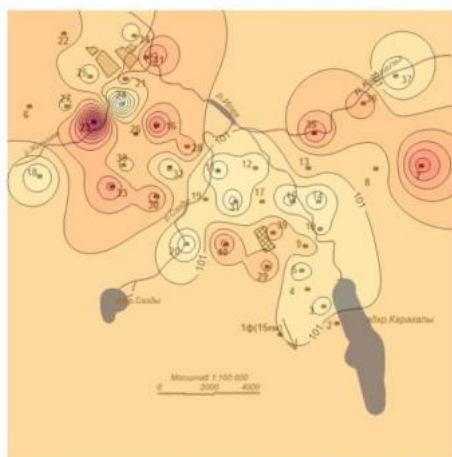


Ag, мг/кг

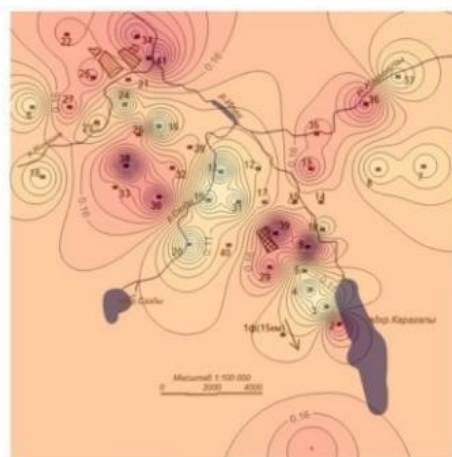
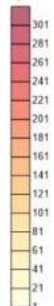


Sb, мг/кг

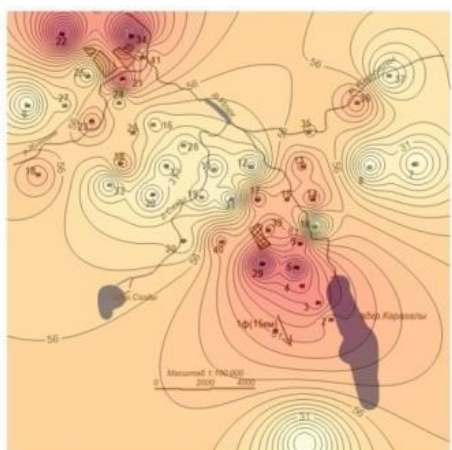
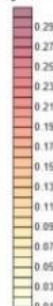




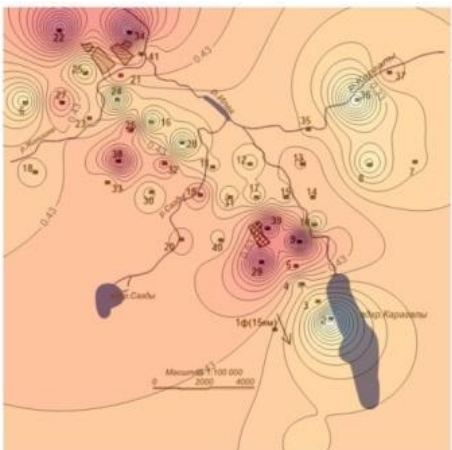
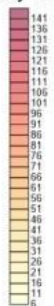
Ba, мг/кг



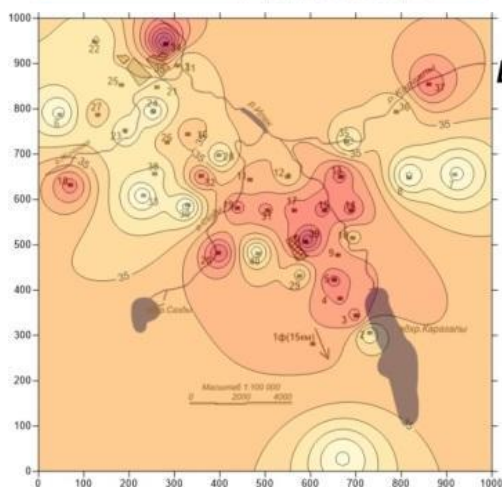
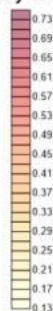
Hf, мг/кг



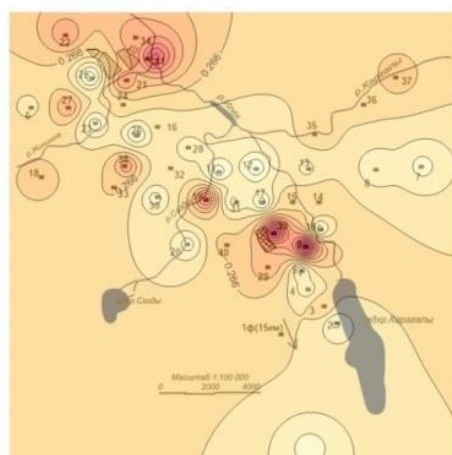
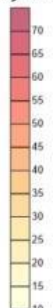
Rb, мг/кг



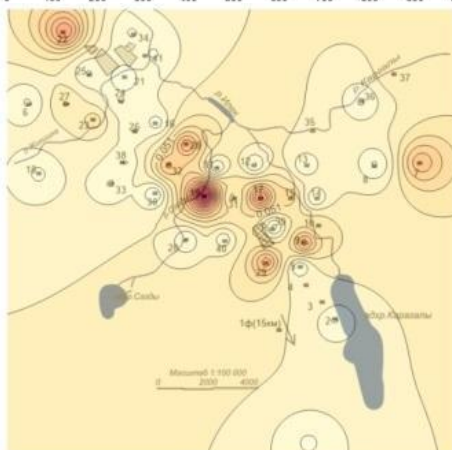
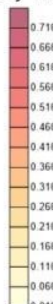
Sc, мг/кг



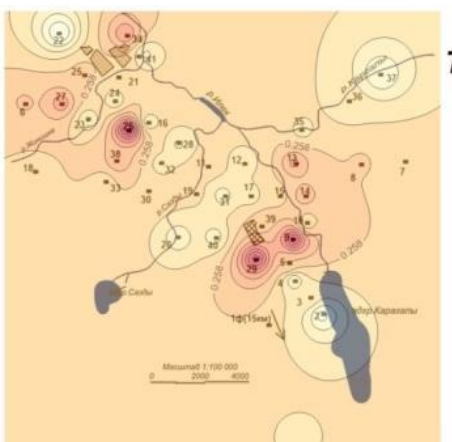
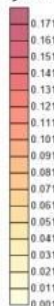
Br, мг/кг



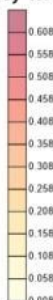
Cs, мг/кг

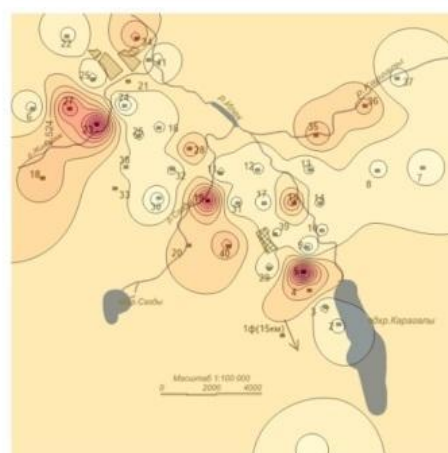
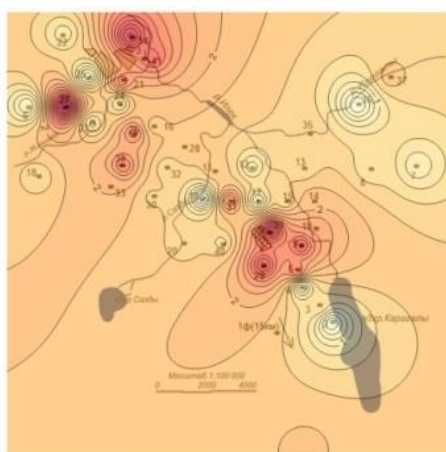
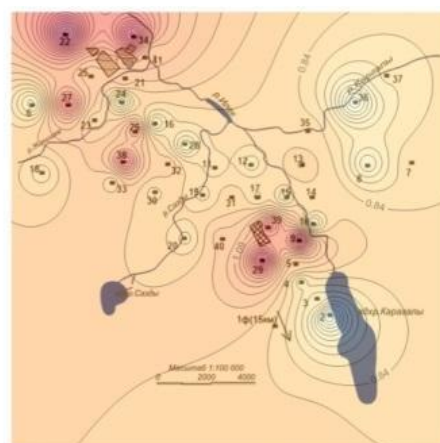
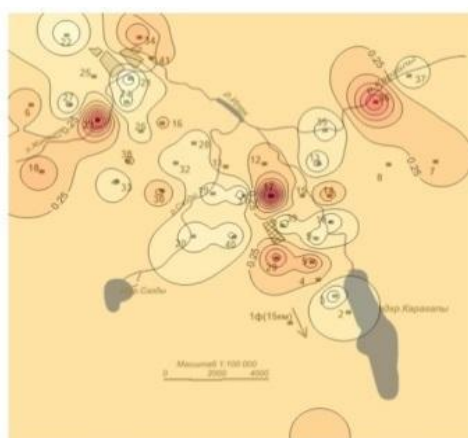


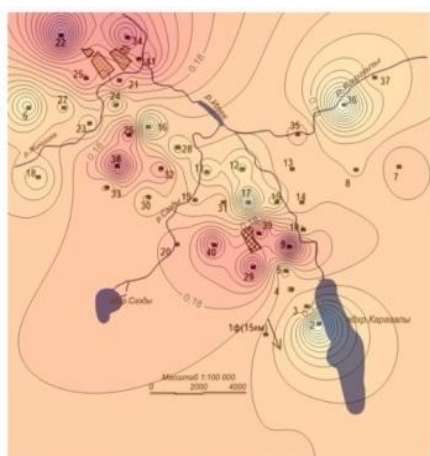
Ta, мг/кг



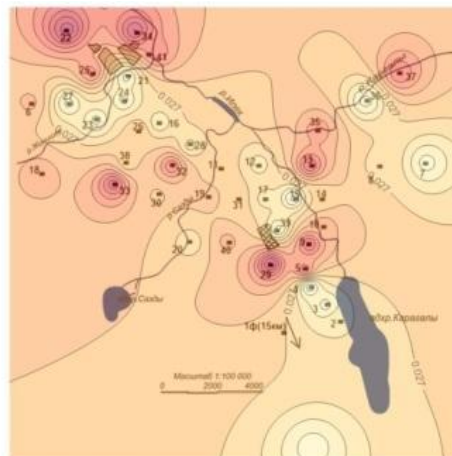
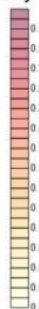
Th, мг/кг



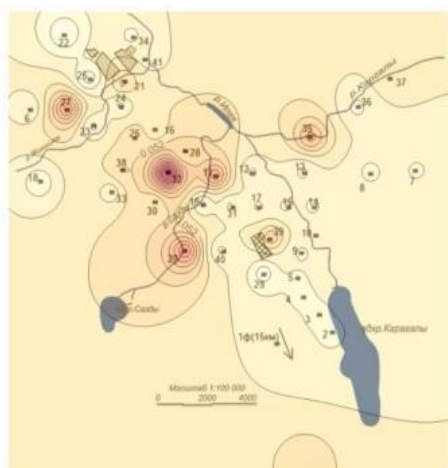




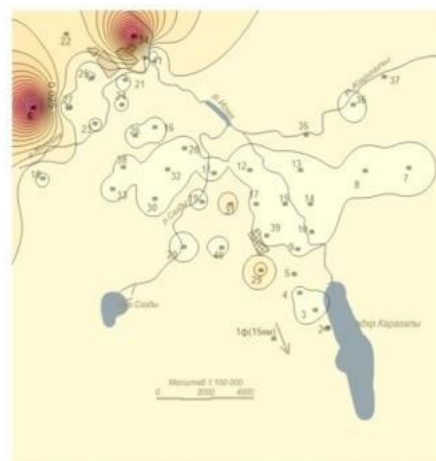
Sr, мг/кг



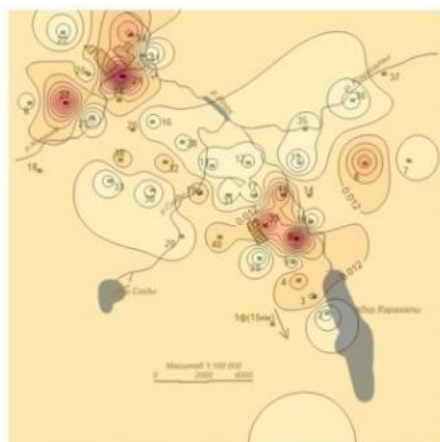
Eu, мг/кг



Tb, мг/кг



Yb, мг/кг

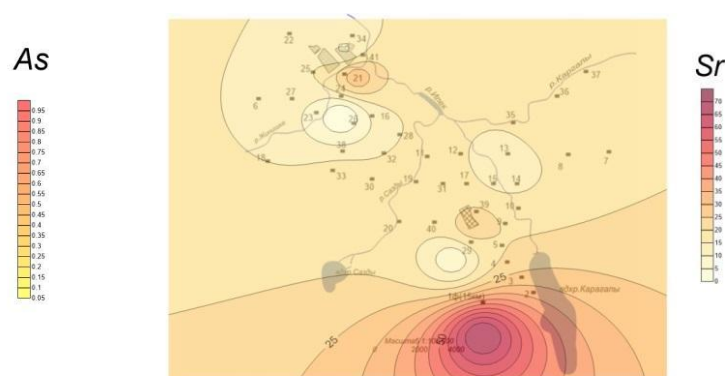
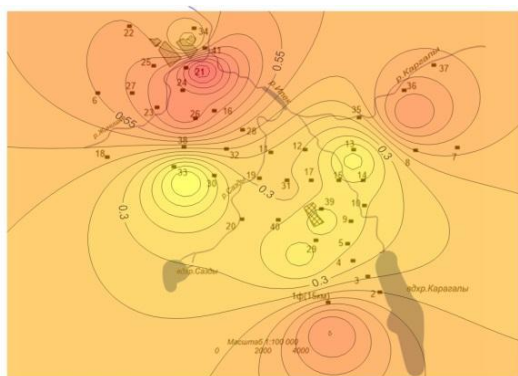
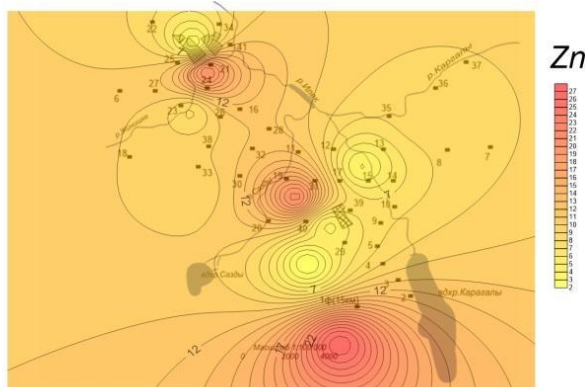
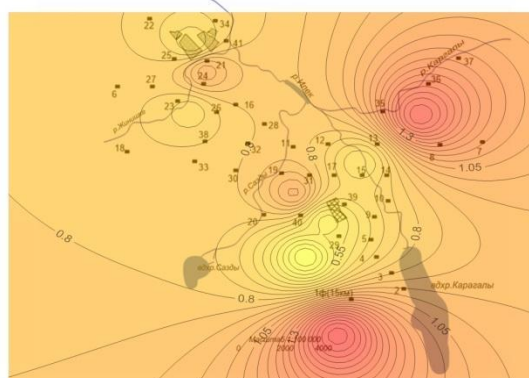
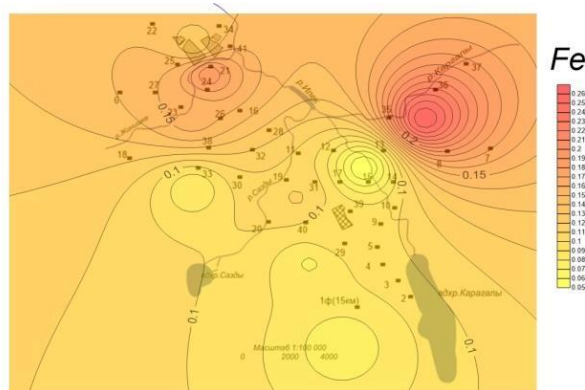
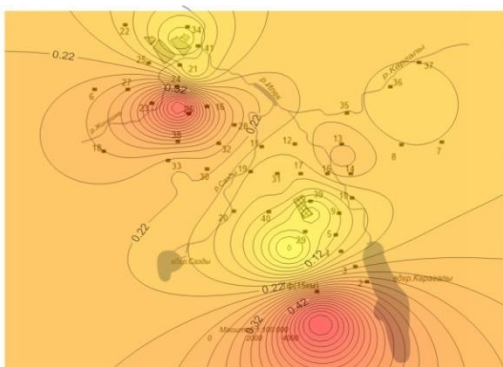
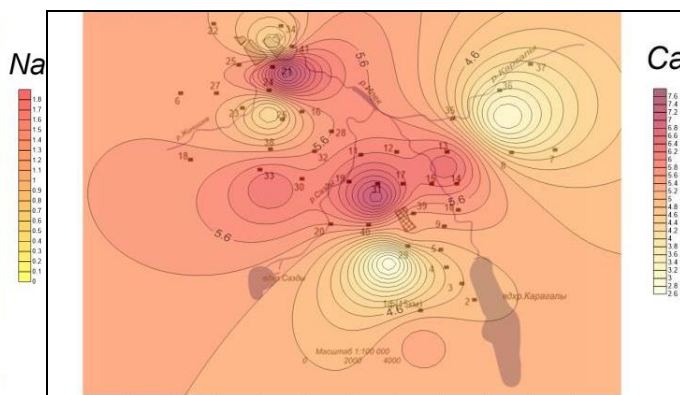
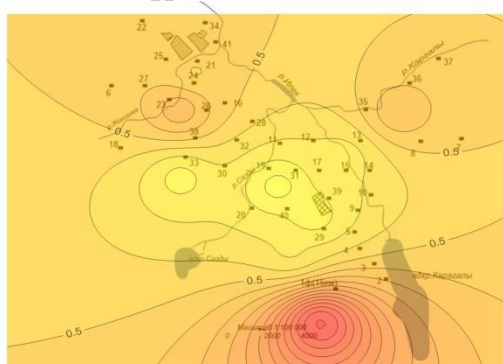


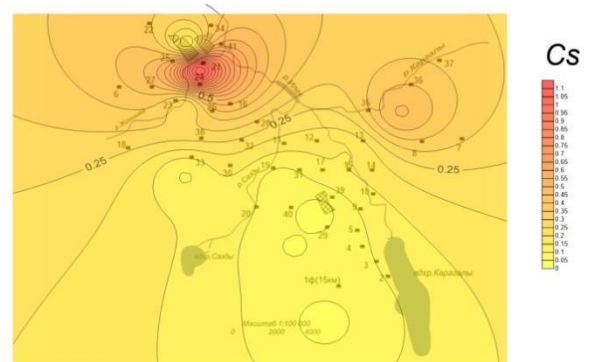
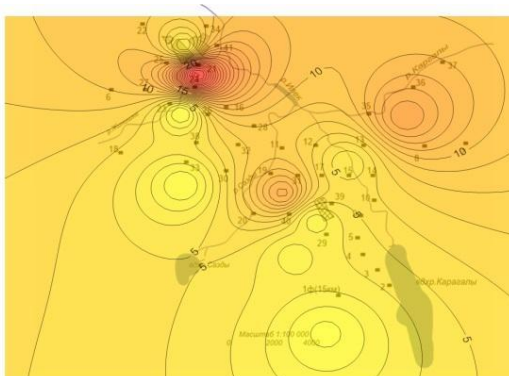
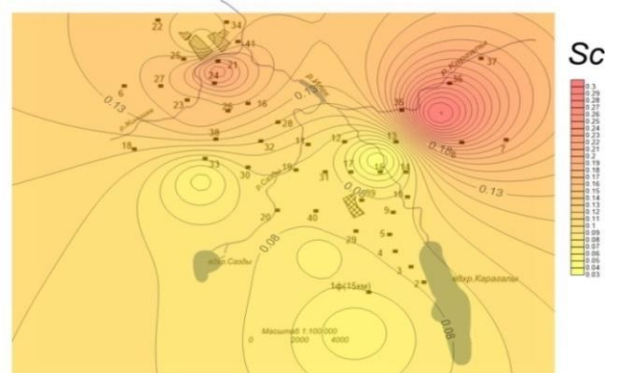
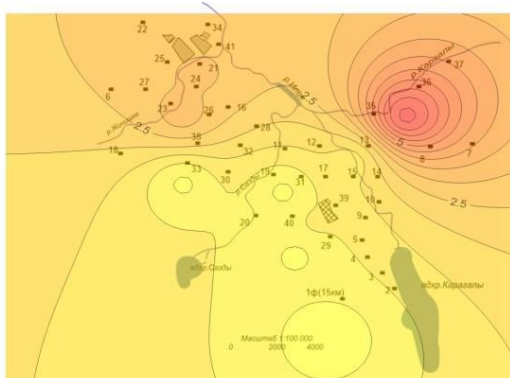
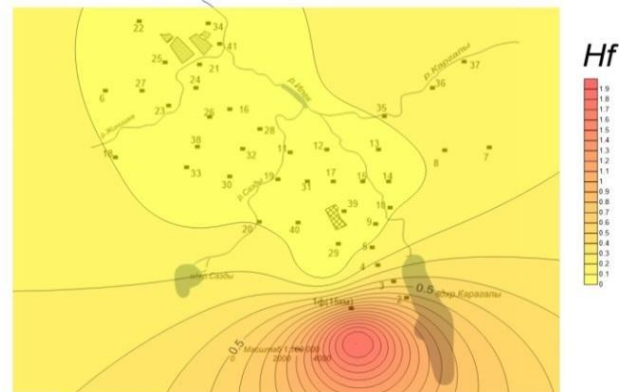
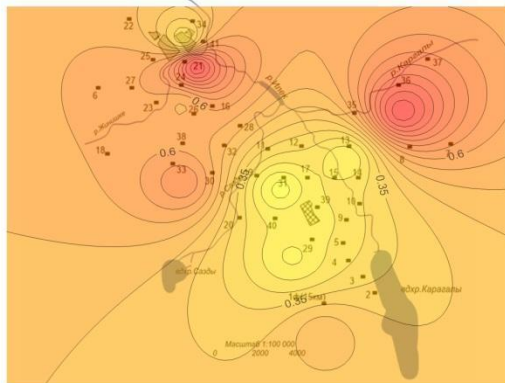
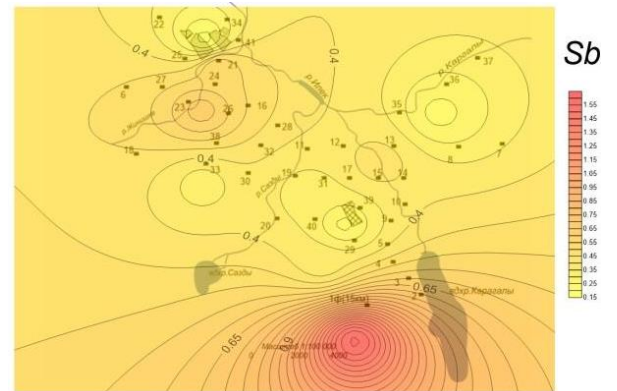
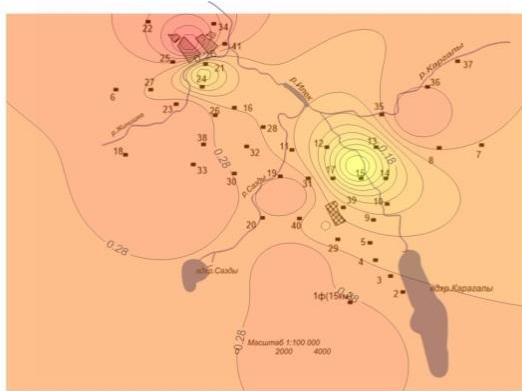
Lu, мг/кг

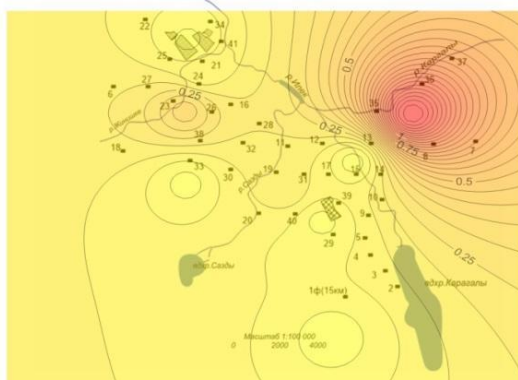


Қосымша Г

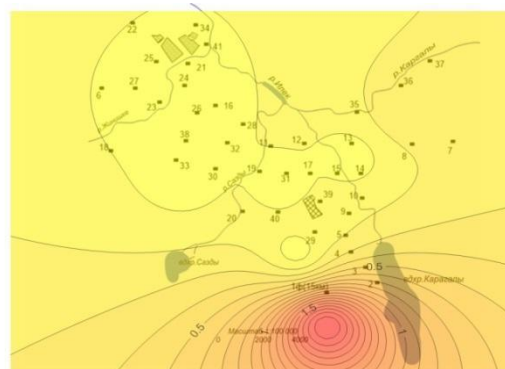
КБП бойынша химиялық элементтердің таралу карталары-схемалары. Элементтер В.И. Вернадский элементтердің геохимиялық классификациясы бойынша құрылған.



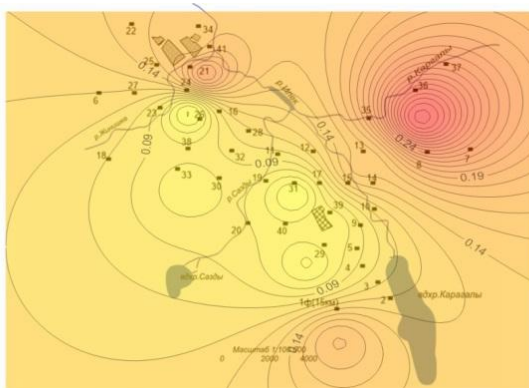




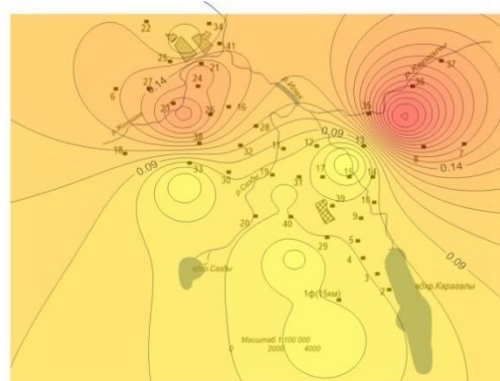
Ta



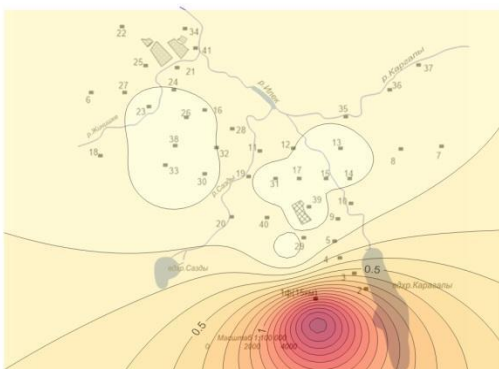
Th



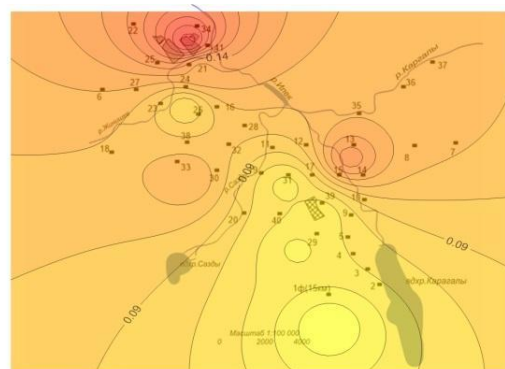
U



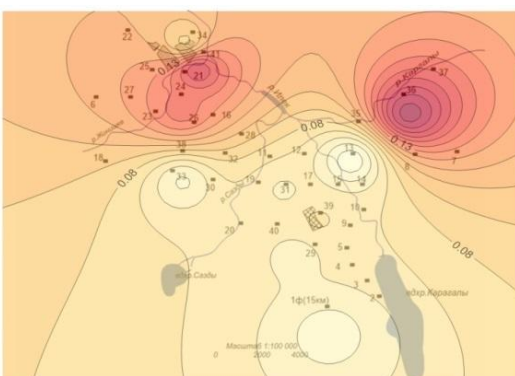
La



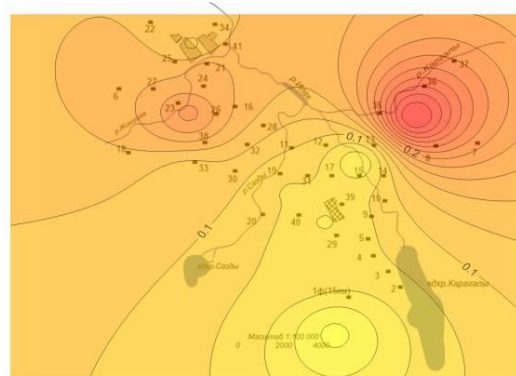
Ce



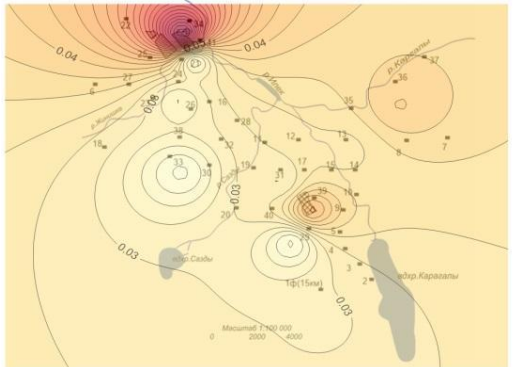
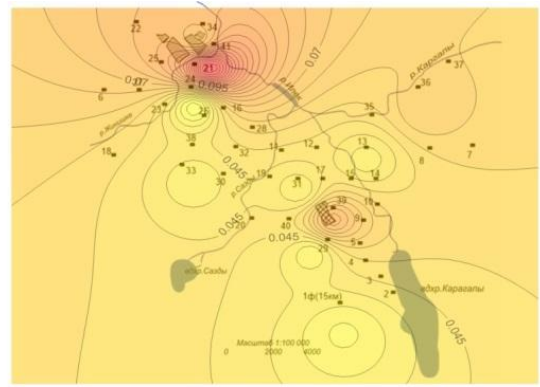
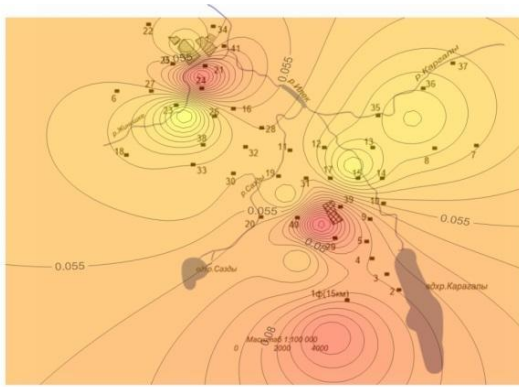
Nd



Sm



Eu



6B05205 – “Химиялық және биохимиялық инженерия” ББ студенті

Казыбай Индира Имантақызы

“Қара терек жапырақтарының күлі бойынша Ақтөбе қаласының
экологиялық жағдайын бағалау” тақырыбына орындалған дипломдық
жұмысына

РЕЦЕНЗИЯ

Орындалды:

а) Графикалық бөлім 26 парақтарда

б) түсіндірме жазба 56 беттерінде

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУЛЕР

Казыбай Индира Имантақызының дипломдық жұмысы Ақтөбе қаласының аумағының экологиялық-геохимиялық жағдайын ағаш жапырақтарының күліне жүргізілген зерттеу нәтижелері негізінде бағалауға арналған. Зерттеу нысаны ретінде қаланың түрлі функционалдық аймақтары таңдалып алынған.

Жұмыста қара терек жапырақтарынан алынған үлгілерді XRF және INAA әдістерімен талдап, геохимиялық ластану көрсеткіштерін ғылыми негізде сипаттай білді. Алынған деректер нақты картографиялық материалдар, диаграммалар мен кестелер арқылы берілген. Экологиялық жағдайға баға беріліп, оны жақсарту бойынша ұсыныстар ұсынылған.

Студент ғылыми стильді меңгеріп, арнайы терминологияны дұрыс қолданған. Жұмыстың құрылымы логикалық, зерттеу әдістері – ғылыми талаптарға сай. Алынған нәтижелер экологиялық мониторинг және аймақтық басқару іс-шараларында қолдануға жарамды.

Жұмысты бағалау

Дипломдық жұмыс құрылымы жағынан сауатты, мазмұны терең, зерттеу нәтижелері ғылыми және тәжірибелік тұрғыдан құнды. Студент экологиялық-геохимиялық зерттеу жүргізу дағдыларын жоғары деңгейде меңгергенін көрсетті.

Казыбай Индира Имантақызына бакалавр академиялық дәрежесін беруге толықтай лайық деп есептеймін.

Рецензент

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің биология және биотехнология факультетінің деканы, б.ғ.д., профессор

«11» 06

Құрманбаева Меруерт Сәкенқызы
2025 ж.

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жұмыс бойынша

Казыбай Индира Имантақызы

6B05205 – «Химиялық и биохимиялық инженерия» білім беру бағдарламасы

Тақырып: «Қара терек жапырақтарының күлі бойынша Ақтөбе қаласының
экологиялық жағдайын бағалау»

Казыбай Индира Имантақызының дипломдық жұмысы Ақтөбе қаласының қоршаған ортасын биогеохимиялық әдістермен бағалауға арналған. Зерттеу барысында студент қара терек жапырағының күлін талдау арқылы аймақтағы ауыр металдардың таралуын зерттеп, экологиялық-геохимиялық жағдайға кешенді баға беруге ұмтылған.

Жұмыстың құрылымы талаптарға сай, тақырып өзектілігі жоғары, ғылыми жаңалығы анық көрсетілген. Индира жапырақ үлгілерін іріктеу, өңдеу және талдау әдістемелерін нақты сипаттап, XRF талдау нәтижелерін сапалы түрде талдап, биологиялық сіңіру коэффициенттерін есептеген. Сонымен қатар, хром элементінің таралуына ерекше назар аударып, қала аумағын геохимиялық аймақтарға бөлуді ұсынған.

Жұмыста теориялық және практикалық бөлімдер бір-бірімен ұштасып, дәлалық және зертханалық зерттеу нәтижелері нақты кестелермен, суреттермен және карталармен толықтырылған. Автор биоиндикация әдісін шебер пайдаланып, экологиялық жағдайды бағалауда тиімділігін көрсете алды.

Студент ғылыми-зерттеу жұмысына жауапкершілікпен қарап, өз бетімен ізденіп, қажетті әдебиеттермен жұмыс істей алды. Жазу стилі ғылыми нормаларға сай, деректерді өңдеу мен қорытындылау деңгейі жоғары.

Жұмыс барысында білім алушы дәрбестік, аналитикалық ойлау және креативті қабілеттерін көрсетті, сондай-ақ оқу бағдарламасы аясында алған білімін жетарлық деңгейде меңгергенін дәлелдеді.

Жалпы алғанда, дипломдық жұмыс белгіленген стандарттарға толық сәйкес келеді және «өте жақсы» деген бағаға (95–100 балл, А) лайық.

Ғылыми жетекші

б.ғ.к., аға оқытушы



Садыхова Ш.Ж.

«05» июнь 2025 г.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Казыбай Индира Имантамызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломдық жұмыс

Название работы: Ағаш жапырақтарының күлі негізінде Ақтөбе қаласы аумағының экологиялық-геохимиялық жағдайын бағалау

Научный руководитель: Шолпан Кубекова

Коэффициент Подобия 1: 8

Коэффициент Подобия 2: 2

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 4

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата

Жаф Сарсенбаев *проверяющий эксперт*

**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагнаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Казыбай Индира Имантақызы

**Тақырыбы: Ағаш жапырақтарының күлі негізінде Ақтөбе қаласы аумағының
экологиялық-геохимиялық жағдайын бағалау**

Жетекшісі: Шолпан Кубекова

1-ұқсастық коэффициенті (30): 8

2-ұқсастық коэффициенті (5): 2

Дәйексөз (35): 1.3

Әріптерді ауыстыру: 4

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 0

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

☒ Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

☐ Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

☐ Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

Күні 11.06.2025ж.

*Кафедра меңгерушісі К.Павлов
Кубекова И.И. К.П.*