

Г.А. Мұқанова , А. Әлімұратқызы* , Т.А. Базарбаева ,
Б.Е. Шимшиков , З.А. Туkenova , А.А. Ошақбай ,
Л.С. Курбанова 

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

*e-mail: aitolkynalimurat@gmail.com

ХРОМТАУ ӨңІРІ ТОПЫРАҚТАРЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН АГРОХИМИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕР НЕГІЗІНДЕ БАҒАЛАУ

Бұл мақалада Ақтөбе облысының шығыс бөлігінде орналасқан Хромтау қаласы топырақ жамылғысының таралу ерекшеліктері қарастырылды. Топырақ кескініне морфологиялық сипаттама беріліп топырақтың типі – күңгірт қарақоңыр карбонатты, орташа суглинисті екені анықталды.

Аналитикалық талдау нәтижесі бойынша топырақтың физика химиялық қасиеті зерттелді. Табиғи-климаттық жағдайлардың, әсіресе құрғақ континенттік климат пен кен өндіру ісінің әсері, топырақтың морфологиялық және химиялық құрамына айтарлықтай ықпал ететіні анықталды. Қарақоңыр топырақтың агрохимиялық қасиеттері талданды. Қарақоңыр топырақтағы суда еритін тұздардың мөлшері анықталды және топырақтың тұздану сипаты морфологиялық белгілері бойынша айқын көрінеді сонымен қатар топырақтың төменгі қабаттарында сілтілілік деңгейінің жоғары болуымен ерекшеленеді. Топырақтың су сүзіндісі құрамында натрий мен сульфат иондарының мөлшері тәжірибелік үлгілерде жоғары болды, бұл топырақтың сортаңдық сипатқа ие екендігін білдіреді.

Топырақ кескіндерінің гранулометриялық құрамы анықталып нәтижесінде гранулометриялық құрамының тереңдікке байланысты өзгеретіндігін және агрофизикалық қасиеттеріне әсер ететінін көрсетілді. Механикалық құрамына қарай, бұл топырақтарда орташа суглинисті және суглинисті бөлшектер басым, бұл олардың су өткізгіштігінің төмен екенін және тұздардың төменгі қабаттарда жиналуына ықпал ететінін көрсетеді.

Түйін сөздер: топырақ жамылғысы, топырақ кескіні, морфологиялық сипаттамасы, химиялық құрамы, гранулометрлік құрамы, қара қоңыр топырақ.

G.A. Mukanova, A. Alimuratkyzy*, T.A. Bazarbayeva, B.E. Shimshikov,
Z.A. Tukenova, A.A. Oshakbay, K.T. Kyrgyzbay, L.S. Kurbanova

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: aitolkynalimurat@gmail.com

Assessment of the ecological state of soils of the Khromtau region based on agrochemical indicators

This article examines the distribution characteristics of the soil cover in the city of Khromtau, located in the eastern part of the Aktobe region. A morphological description of the soil profile is provided, and it was determined that the soil type is dark chestnut carbonate with a medium loamy texture.

Based on the results of analytical analysis, the physical and chemical properties of the soil were studied. It was found that natural and climatic conditions, especially the arid continental climate and mining activities, have a significant impact on the morphological and chemical composition of the soil. The agrochemical properties of the dark chestnut soils were analyzed. The amount of water-soluble salts in the soil was determined, and signs of salinization were clearly visible based on morphological indicators. The lower layers of the soil are characterized by a high level of alkalinity. In the composition of the soil water extract, the amount of sodium and sulfate ions was found to be high in the experimental samples, indicating the saline nature of the soil.

The granulometric composition of the soil profiles was determined, showing that it varies with depth and influences agro-physical properties. According to the mechanical composition, these soils are dominated by medium loamy and loamy particles, indicating low water permeability and promoting the accumulation of salts in the lower layers.

Keywords: soil cover, soil profile, morphological characteristics, chemical composition, granulometric composition, dark chestnut soil.

Г.А. Мұқанова, А. Алимуратқызы*, Т.А. Базарбаева, Б.Е. Шимшиков,
З.А. Туkenова, А.А. Ошакбай, К.Т. Кыргызбай, А.С. Курбанова
Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан
*e-mail: aitolkynalimurat@gmail.com

Оценка экологического состояния почв Хромтауского региона на основе агрохимических показателей

В данной статье рассматриваются особенности распространения почвенного покрова города Хромтау, расположенного в восточной части Актыубинской области. Дана морфологическая характеристика почвенного разреза, определен тип почвы – темно-каштановая карбонатная среднесуглинистая.

В результате аналитического анализа исследованы физико-химические свойства почвы. Установлено, что природно-климатические условия, особенно засушливый континентальный климат и горнодобывающая деятельность, оказывают значительное влияние на морфологический и химический состав почв. Проанализированы агрохимические свойства темно-каштановых почв. Определено содержание водорастворимых солей в почвах, и установлено, что признаки засоления четко выражены по морфологическим показателям, а нижние горизонты почвы характеризуются повышенной щелочностью. В составе водной вытяжки почвы в опытных образцах выявлено высокое содержание ионов натрия и сульфатов, что свидетельствует о солончаковом характере почвы.

Определён гранулометрический состав почвенных разрезов, в результате чего показано, что он изменяется в зависимости от глубины и влияет на агрофизические свойства. По механическому составу в этих почвах преобладают среднесуглинистые и суглинистые фракции, что указывает на низкую водопроницаемость и способствует накоплению солей в нижних горизонтах.

Ключевые слова: почвенный покров, почвенный разрез, морфологическая характеристика, химический состав, гранулометрический состав, темно-каштановая почва.

Кіріспе

Хромтау қаласы – Ақтөбе облысының ірі өнеркәсіптік орталықтарының бірі, қала аумағында еліміздегі ең ірі хром кен орындарының бірі болып табылатын Дөң кен байыту комбинаты орналасқан. Аумақтың топырақ жамылғысы құрғақ дала белдеулерінде қалыптасып, табиғи-климаттық және антропогендік факторлардың әсерінен айтарлықтай өзгерістерге ұшыраған. Іргелес аумағы бар қаланың топырағы күңгірт қара қоңыр түсті, оның құрамында құм мен тау жыныстарының бөліктері кездеседі. Соңғы жылдары тау-кен өндірісінің қарқынды дамуы, әсіресе ашық тәсілмен жүргізілетін карьерлік жұмыстар, аймақтың топырақ құнарлылығы мен экологиялық жағдайына елеулі ықпал етіп отыр.

Көптеген зерттеулер бұл аймақтағы топырақтардың тұздануға бейімділігі, гумус мөлшерінің төмендеуі және құрылымдық өзгерістер секілді мәселелердің артып келе жатқанын көрсетеді. Қазіргі ғылыми әдебиетте аймақтың (Хромтау қаласы маңының) топырақ жамылғысы бойынша морфологиялық және агрохимиялық сипаттамаларын толық қамтитын кешенді зерттеулер жеткіліксіз (Bazarbayeva, 2025: 173).

Хромтау қаласы маңындағы топырақтардың табиғи және техногендік факторлар әсерінен

өзгеру ерекшеліктерін анықтап, олардың экологиялық тұрақтылығын бағалау қажеттілігі қазіргі уақытта өзекті мәселелердің бірі. Бүгінгі таңда табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану мен топырақ деградациясының алдын алу жаһандық деңгейде көтерілуде. Қазақстанның батыс өңірі үшін бұл мәселе кен өндірісінің белсенділігіне байланысты одан әрі ұшығуда. Осы тұрғыдан алғанда, нақты аймақтық зерттеулердің жүргізілуі стратегиялық маңызға ие.

Әдебиетке шолу

Хромтау-Дөң өнеркәсіптік торабы тау жыныстарының құмды бөліктерін қамтитын қара-қоңыр топырақты құрғақ дала аймағында орналасқан. Аймақтың табиғи жағдайлары жер ресурстарын мал шаруашылығы және егіншілік үшін пайдалануға қолайлы (Көшім, 2015б: 41).

Қара қоңыр топырақтар Ақтөбе облысының Қобда, Алға және Қайнар, Мұғалжар және Қарабұтақ аудандарының орталық бөліктерін қамтиды, оның жалпы ауданы – 3618 мың га (Safarov, 2023: 58).

Соңғы уақытқа дейін ол күңгірт қара қоңыр топырақтың құрамдас бөлігі ретінде қарастырылды. Оны жекелеген аймақтарға бөлу үлкен экономикалық маңызға ие, себебі оңтүстік ба-

ғытқа қарай егіншілікті суғарусыз пайдалану тиімсіз болып табылады. Бұл аймақтан тұрақты өнім алу топырақта ылғалды сақтау және жинау бойынша мелиоративті іс-шаралар жүргізілген жағдайда ғана мүмкін болады.

Қара қоңыр топырақтар күңгірт қара қоңыр топырақтар сияқты Орал алды үстіртінде, Мұғалжар тауларында және Торғай даласында орналасқан.

Аймақтың жер бедері гетерогенді, батысы мен шығысы толқынды жазықты, орталық бөлігі төбелермен көтерілген, дөңесті белесті. Аймақтың гетерогенділігі геологиялық құрылымда да көрінеді, бұл мұнда топырақ қасиеттерінің, қалыңдығының қалыптасу ерекшеліктеріне айтарлықтай әсер етеді.

Климаттық жағдайлардың құрғақшылығына байланысты ауыл шаруашылығының кейбір дақылдарын өсіру қолайсыз. Орташа жылдық жауын-шашын мөлшері 220-250 мм.

Аймақтың орталық бөлігінде қара қоңыр жеңіл механикалық құрамды топырақтар жиі кездеседі, ауыспалы егістіктерде көбінесе тың жерлерді кеңінен қолданатын дөңді дақылдар өсіріледі. Суглинисті топырақтар басым болатын аймақтың батыс және оңтүстік-батыс бөліктерінде ауыспалы егістікті игеру қиынырақ. Бұл жерлерді егіншілікке және мал шаруашылығына пайдалану тиімді (Новикова, 1968: 376).

Геоморфологиялық тұрғыдан алғанда, қала аумағы Мұғалжар тауларының бір бөлігіне жатады, ол суглинисті және балшықты құмдармен, құрамында ұсақ тау жыныстарының қиыршық тастары бар көлбеу эллювиалды-делювиалды жазықпен ұсынылған. Хромтау қаласы мен оған іргелес аумақтардың экологиялық жағдайы республика бойынша қолайсыз деп есептеледі, себебі қала барлық жағынан хром кен орындарымен қоршалған. Қала шекарасына жақын жерде үш ірі кен орны орналасқан. Олардың бірі қаланың оңтүстік бөлігінде, тұрғын үйлерден 300 метр және қараусыз қалған сектордан 50 метр қашықтықта орналасқан. Оның өлшемі – 900х500 метр, тереңдігі – 150 метр. Қаланың оңтүстік-батыс бөлігінде, 800 метр қашықтықта тағы екі ірі карьер бар, олардың өлшемі – 800-900х400-500 метр, тереңдігі – 100-150 метр. Ал қаланың солтүстік-шығыс бөлігінде, 3 шақырым жерде тағы екі ірі карьер орналасқан, олардың да көлемі өте үлкен: ұзындығы 900 метрден 1 шақырымнан асады, ал ені – 500-ден 900 метрге дейін. Барлық карьерлердің түбінде жасанды көлдер пайда болған,

олардың өлшемі – 300-500 х 150-200 метр (Кошим, 2015а).

Зерттеліп отырған аумақтың негізгі техногендік көзі әрі табиғи байлығы – хром, мыс және никель кендері. «Қазхром Трансұлттық компаниясы» АҚ-ның филиалы болып табылатын Дөң кен байыту комбинаты (КБК) аймақтағы ең маңызды өнеркәсіптік электр станциясы болып табылады және қала ландшафтын қалыптастыруда шешуші рөл атқарады. Зауыт хром кенін өндіруге және өңдеуге маманданған және Қазақстандағы ірі хром кенін өндіру орны (Мұқанова, 2023:139).

Бұл жерде хромит кенінің көлемі жөнінен әлемдегі екінші ірі кен орны орналасқан және түрлі салаларды қамтитын экологиялық тұрғыдан қауіпті нысандардың көп мөлшері шоғырланған. Қала өнеркәсібінің құрылымында тау-кен өндірісі, өңдеуші өнеркәсіп (мысалы, «Хромтау кірпіш зауыты» ЖШС, «Керамика» АҚ, «Ақтөбе астық өнімдері комбинаты» ЖШС), жылу энергиясы, газ бен суды өндіру және тарату саласы бар (Beketova, 2019: 1449).

Кен орындарының техногендік жүктеме әсерінен топырақтар жаңа қасиеттер мен режимдер жиынтығын иеленіп, олардың түрлі экологиялық функцияларды тиімді орындау қабілеті өзгеріске ұшырайды (Берденов, 2018: 2).

Хромтау қаласының топырақ жамылғысы өндірістік жүктеменің жоғары болуына байланысты дегразацияға ұшырап, өзінің экологиялық және ауыл шаруашылығына жарамдылық қасиеттерін жоғалтып келеді (Калиева, 2017). Бұл жағдай тек экологиялық қана емес, сонымен қатар әлеуметтік-экономикалық қауіп-қатерлерге де алып келуі мүмкін. Осыған байланысты аймақтың топырақ құрамын, құрылымын және өзгеру заңдылықтарын анықтау – қазіргі таңда өзекті әрі қажетті мәселе болып табылады.

Әдістеме

Жүргізілген далалық зерттеулер барысында әртүрлі табиғи және антропогендік жағдайларға тән аймақтардан топырақ кескіндері қазылды және топырақ үлгілері алынды.

Топырақ үлгілерін талдау топырақтану ғылымындағы жалпы қабылданған әдістер бойынша жүзеге асырылды: гранулометриялық және микроагрегаттық құрамдар – Н.А. Качинский бойынша; жалпы гумус, И. Тюрин бойынша; жалпы азот – Къельдаль бойынша; карбонат көмірқышқылы-Гейслер-Максимюк бойынша;

алмасу сыйымдылығы-Гедройц бойынша; сіңірілген кальций мен магний-Гедройц бойынша; сіңірілген натрий мен калий – жалын фотометрінде; су сығындысын талдау – Аринушкина бойынша; топырақ суспензиясының рН – калориметриялық; көлемдік массасы-Некрасов бурымен; жылжымалы фосфор-Мачигин бойынша; жылжымалы калий – Протасов бойынша; Гидролизденетін азот – Тюрин және Кононов бойынша; жалпы фосфор – Памбертон бойынша; жалпы калий – Смит бойынша; топырақтың жалпы талдауы – Гедройц бойынша (Мұқанова, 2021: 48; Калыбеков, 2019: 93).

Зерттеудің картографиялық әдістері бойынша қор деректері мен далалық бақылау материалдарын өңдеу, геоақпараттық жүйелер технологиялар мен жерді қашықтықтан зондтау көмегімен цифрлық карталарды құру арқылы жүзеге асырылды (Wu, 2014: 11).

Нәтижелер және талқылау

Дөң тау-кен байыту аймағында адам әрекетінің әсері шамадан тыс екені аңғарылады. Өнеркәсіптік аумақтың көп бөлігі айтарлықтай өзгеріске ұшыраған (карьерлер, сыртқы үйінділер, өндірістік алаңдар, байыту кешені аумағы және тағы басқалар). Табиғи топырақ жамылғысының дерлік барлығының құнарлылығы төмендеп, өзгерістерге ұшыраған, ал топырақтың құнарлы

қабаты алынып тасталып, жер бірнеше мәрте тегістелгеннен кейін техногендік ландшафттар қалыптасқан (Мұқанова, 2023:139).

Топырақ жамылғысының морфологиялық және физика-химиялық сипаттамасын анықтау мақсатында зерттеу жүргізілген аумақтан екі топырақ кескіні қазылды (координаттары: N – 50°14.370' / E – 58°27.761', абс. биіктігі – 420 м). Талдау нәтижесінде бұл аумақтағы топырақтың түсі қара-қоңыр екені және жер бедерінің жазық келетіні белгілі болды. Топырақтың физика-химиялық құрамын зертханалық жағдайда зерттеу үшін топырақ үлгілері алынды. Топырақ үлгілерін алу үшін топырақ карталары жасалды (сурет – 1, 3).

Хромтау қаласының оңтүстік бағытынан биік террикондары бар ірі карьерден оңтүстікте 300 м қашықтықта орналасқан аймақта № 1-ші топырақ кескіні қазылды (2 – сурет). Жер бедері-жазық дала, тың, өсімдік жамылғысының жобалық жабындығы 60% құрайды. Өсімдік жамылғысы – бетегелі-акселеулі, жусанды, қырмызыгүл, андыз, кәдімгі сабыншөп және басқа да шөптесін өсімдіктермен араласқан. Дөң тау-кен байыту комбинаты (КБК) айналасында хром кендерін өндіретін карьерлер шоғырланған. Бұл карьерлер биіктігі 30-50 метрге дейін жететін террикондармен қоршалған. Топырақтың типі – күңгірт қарақоңыр карбонатты, орташа суглинисті.



1-сурет – Хромтау қаласы бойынша топырақ үлгілерін алу нүктелерінің картасы



2-сурет – Хромтау қаласынан оңтүстік бағытта топырақ кескіні салынды

Терендігі, см	Қабаттың сипаттамасы
A1 0 – 8 см.	күңгірт қара қоңыр түсті, құрғақ, тығыздалған, шанды-түйіршікті, өсімдік тамырлары көптеп кездеседі, орташа суглинисті, топырақ 10 % (HCl) тұз қышқылынан қайнайды, келесі қабатқа ауысуы біртіндеп өтеді.
A2 8 – 25 см.	күңгірт қара қоңыр түсті, құрғақ, тығыз, түйіршікті жаңғақты, өсімдік тамырлары алдыңғы қабатқа қарағанда сирек кездеседі, орташа суглинисті, топырақ 10 % (HCl) тұз қышқылынан қайнайды, келесі қабатқа ауысуы айқын байқалады.
AB 25 – 52 см.	қара қоңыр түсті, құрғақ, өте тығыз, кесекті-жаңғақты, өсімдік тамырлары сирек кездеседі, карбонаттар сирек, орташа суглинисті, топырақ 10 % (HCl) тұз қышқылынан қайнайды, келесі қабатқа ауысуы айқын.
B 52 – 64 см.	сарғыш-қоңыр түсті, құрғақ, тығыз, жұқа өсімдік тамырлары сирек кездеседі, кесекті, орташа суглинисті, топырақ 10 % (HCl) тұз қышқылынан қайнайды, келесі қабатқа ауысуы айқын байқалады.
C 64 – 100 см.	қоңыр-сары түсті, балғын, тығыз, құрылымсыз, түбір түктері бірлі жарым, орташа суглинисті.



3-сурет – Бақылау кескіні салынған нүкте

Хромтау мен Ақтөбе қалаларының аралығында ластанбаған аймақта қарақоңыр топырақта бақылау нүктесі ретінде № 2-ші топырақ кескіні қазылды (4- сурет), (координаттары: N – 50°16.307' / E – 57°41.263', абс. биікті-

гі – 283 м). Рельефі – толқынды жазық. Өсімдік жамылғысы – бетеге-селеу тектес, құрамында жусан және басқа да шөптесін өсімдіктер бар. Өсімдіктердің жобалы жабындылығы – 70–80%.



4-сурет – Күңгірт қара қоңыр топыраққа бақылау топырақ кескінін салу

Тереңдігі, см	Қабаттың сипаттамасы
A1 0 – 7 см.	күңгірт қара қоңыр түсті, балғын, әлсіз тығыздалған, ұсақ түйіршікті шанды, өсімдік тамырлары көп, ауыр суглинисті, топырақ 10 % (HCl) тұз қышқылынан қайнайды, келесі қабатқа ауысу байқалады.
A2 7 – 21 см.	күңгірт қара қоңыр түсті, балғын, тығыз, өсімдік тамырлары сирек, шанды түйіршіктелген, ауыр суглинисті, топырақ 10 % (HCl) тұз қышқылынан қайнайды, келесі қабатқа ауысу біртіндеп жүреді.
B 21 – 40 см.	ашық қара қоңыр түсті, балғын, тығыз, жаңғақты-түйіршіктелген, өсімдік тамырлары сирек кездеседі, ауыр суглинисті, топырақ 10 % (HCl) тұз қышқылынан қайнайды, келесі қабатқа ауысу айқын көрінеді.
C 40 – 75 см.	сары-қоңыр түсті, балғын, тығыз, тамырлар жоқ, құрылымсыз, орташа суглинисті, топырақ 10 % (HCl) тұз қышқылынан қайнайды.

Топырақтың физика-химиялық қасиеттерін анықтау топырақтың генезисі мен қасиеттерін, сондай-ақ олардың құнарлылығын арттыру жолдарын анықтауға; топырақ түзілу заңдылықтарын белгілеуге тұрақты өнім алу үшін қажетті жағдайларды анықтауға мүмкіндік береді (Khassenova, 2025: 181).

Қарақоңыр топырақтардың гумуспен қамтамасыз етілу деңгейі тәжірибелік және бақылау учаскелерінде әртүрлі сипат алады. Тәжірибелік кескінде гумус мөлшері жоғарғы (0–8 см) қабатта 2,80%-ды құрайды, бұл топырақтың органикалық заттарға бай екенін көрсетеді (1-кесте).

Бақылау учаскесінде гумус мөлшері 0–7 см қабатында 4,13%-ды көрсетті, бұл топырақтың табиғи жағдайының жақсы сақталғанын білдіреді. 7–21 см тереңдікте де гумус мөлшері 2,98% деңгейінде сақталып, гумустың біртіндеп таралуын көрсетеді. Бұл ерекшелік жергілікті механикалық құрамның және топырақ өңдеу факторларының айырмашылығымен түсіндіріледі.

Азоттың мөлшері де гумуспен өзара тығыз байланыста. Азоттың ең жоғары көрсеткіші бақылау учаскесінде – 0,23%, ал тәжірибе алаңында – 0,15% болды. Бұл көрсеткіш топырақтың агрохимиялық құнарлылығына және потенциалды өнімділік деңгейіне әсер етеді.

1-кесте – Қарақоңыр топырақтың агрохимиялық қасиеттері

Сынама алу орны	Тереңдігі, см	Гумус, %	Жалпы			Жылжымалы		рН	СО ₂ карбонат
			Азот %	Фосфор %	Калий %	Фосфор, мг/кг	Калий мг/кг		
Кескін-1 Хромтау Тәжірибе	0-8	2,80	0,15	0,131	2,335	8	660	7,8	5,4
	8-25	1,91	0,14	0,102	2,123	4	240	8,1	5,8
	25-54	-	0,12	0,107	2,123	4	240	8,3	6,1
	52-64	-	0,08	0,098	2,229	2	270	8,7	7,5
	64-100	-	-	0,087	1,912	6	270	8,9	7,8
Кескін-2, Хромтау Бақылау	0-7	4,13	0,23	0,204	2,863	26	610	7,5	3,4
	7-21	2,98	0,20	0,190	2,758	8	310	8,0	5,5
	21-40	-	0,11	0,153	2,546	8	240	8,1	6,2
	40-75	-	0,09	0,079	1,594	1	170	8,3	6,6

Жылжымалы фосфор мен калийдің мөлшері де назар аударарлық, жылжымалы фосфордың ең жоғары мөлшері бақылау нүктесінде 0–7 см қабатта 26 мг/кг, ал калий тәжірибе нүктесінде 0–8 см қабатта 660 мг/кг болды яғни өсімдіктер үшін қолжетімді қоректік заттар жеткілікті. Алайда, терең қабаттарда (52 см және одан терең) бұл элементтердің мөлшері айтарлықтай азаяды.

Топырақ ерітіндісінің рН мәні тәжірибе және бақылау нүктелерінде 7,5–8,9 аралығында ауытқиды, бұл топырақтың сілтілі екенін көрсетеді. Тереңдеген сайын рН шамасының артуы

байқалады, бұл топырақтың сілтілік реакциясының күшеюімен сипатталады.

Карбонаттар мөлшері (СО₂ бойынша) жоғарғы қабаттарда төмен (3,4–5,8%), ал терең қабаттарда (64–100 см) 7,8%-ға дейін жетеді. Бұл тұздардың терең қабаттарда шоғырлануы мен екінші реттік карбонаттардың жиналуымен байланысты.

Қарақоңыр топырақтың тұздану сипаты морфологиялық белгілері бойынша айқын көрінеді және топырақтың төменгі қабаттарында сілтілік деңгейінің жоғары болуымен ерекшеленеді (2-кесте).

2-кесте – Қарақоңыр топырақтағы суда еритін тұздардың мөлшері

№	Тереңдігі, см	Абсолютті құрғақ топырақтың су сүзіндісі $\frac{\%}{\text{м. экв.}}$								
		Тұздар суммасы, %	Сілтілік		СІ'	SO ₄ ''	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺
			Жалпы НСО ₃ ⁻	СО ₃						
Кескін-1 Хромтау Тәжірибе	0-8	0,084	0,029		0,003	0,030	0,007	0,006	0,007	0,002
			0,48		0,07	0,63	0,37	0,46	0,30	0,04
	8-25	0,089	0,044	0,002	0,003	0,018	0,002	0,003	0,018	0,001
			0,72	0,08	0,07	0,38	0,09	0,28	0,78	0,02
	25-54	0,116	0,076	0,005	0,003	0,006	0,002	0,001	0,028	0,001
			1,24	0,16	0,07	0,12	0,09	0,09	1,22	0,02
	52-64	0,238	0,073	0,005	0,038	0,053	0,004	0,005	0,065	0,001
			1,20	0,16	1,08	1,10	0,19	0,37	2,81	0,02
	64-100	1,604	0,029		0,100	0,987	0,216	0,032	0,239	0,001
			0,48		2,82	20,55	10,82	2,60	10,41	0,02

Кестенің жалғасы

Кескін-2, Хромтау Бақылау	0-7	0,204	0,024		0,001	0,119	0,046	0,005	0,001	0,007
			0,40		0,04	2,48	2,31	0,37	0,05	0,18
	7-21	0,071	0,024		0,001	0,027	0,015	0,002	0,001	0,001
			0,40		0,04	0,56	0,74	0,19	0,05	0,02
	21-40	0,471	0,022		0,001	0,313	0,128	0,006	0,001	0,001
			0,36		0,04	6,52	6,38	0,46	0,05	0,02
	40-75	1,019	0,017		0,000	0,707	0,266	0,014	0,010	0,005
			0,28		0,00	14,72	13,32	1,12	0,45	0,12

Жоғарғы қабатта суда еритін тұздардың мөлшері салыстырмалы түрде төмен болғанымен, тереңдеген сайын тұздардың концентрациясы артады.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша, 64–100 см тереңдікте тұздардың жиынтық мөлшерінің (1,604 %) ең жоғары деңгейі тіркелді. Бұл қабатта негізінен сульфатты және хлоридті тұздар басым екені байқалады, бұл сульфаттар мен хлоридтердің терең қабаттарда шоғырланатынын көрсетеді.

Топырақтың су сүзіндісі құрамында натрий (Na^+), магний (Mg^{2+}), кальций (Ca^{2+}), хлор (Cl^-) және сульфат (SO_4^{2-}) иондары анықталды. Әсіресе натрий мен сульфат иондарының мөлшері тәжірибелік үлгілерде жоғары, бұл топырақтың сортандық сипатқа ие екендігін білдіреді.

Механикалық құрамына қарай, бұл топырақтарда орташа суглинисті және суглинисті бөлшектер басым, бұл олардың су өткізгіштігінің төмен екенін және тұздардың төменгі қабаттарда жиналуына ықпал ететінін көрсетеді.

Бақылау учаскесінің деректері де осы заңдылықты растайды, алайда тәжірибе алаңымен

салыстырғанда тұз мөлшері біршама төмен. Бұл бақылау учаскесінің гидрологиялық жағдайының ерекшеліктерімен немесе жер асты сулары тұз тасымалдануының әркелкілігімен түсіндірілуі мүмкін.

Жалпы алғанда, қарақоңыр топырақтардың тұздық құрамы олардың экологиялық жағдайын бағалауда және ауылшаруашылық мақсатта пайдалану тиімділігін анықтауда маңызды фактор болып табылады. Терең қабаттарда тұздардың шоғырлануы топырақтың тұздану деңгейінің жоғары екенін көрсететіндіктен бұл аумақтар мелиорациялық шараларды қажет етеді.

Топырақтың маңызды сипаттамаларының бірі-оның гранулометриялық құрамы немесе әртүрлі мөлшердегі қарапайым бөлшектердің құрамы. Топырақ кескіндеріндегі түрлі тереңдіктен гранулометриялық құрамы анықталды. Әрбір үлгі бойынша топырақтың механикалық құрамын анықтау мақсатында бөлшек өлшемдері 1,0 мм-ден кіші әртүрлі фракциялар бойынша (күм, шаң, түнба) салыстырмалы пайыздық мөлшері көрсетілген (3-кесте).

3-кесте – Топырақ кескіндерінің гранулометриялық құрамы

№	Сынама алу орны	Тереңдігі	А.С.Н % H ₂ O	Абсолютті құрғақ топыраққа % фракция құрамы						
				Фракция өлшемдері мм						
				Құм		Шаң			Түнба	3-х
				1,0-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	Фракции < 0,01
1	Дөң КБК. Хромтау қ. кескін №1 Тәжірибе	0-8	4,76	29,966	25,514	30,239	2,940	1,680	9,660	14,280
2		8-25	5,32	8,450	40,431	10,562	9,717	21,969	8,872	40,558
3		25-54	5,66	10,091	23,341	24,168	5,936	30,104	6,360	42,400
4		52-64	5,48	5,798	15,066	26,661	11,003	39,357	2,116	52,476
5		64-100	5,18	9,977	64,712	22,780	0,844	0,844	0,844	2,531

6	Дөң КБК. Хромтау қ кескін №2 Бақылау	0-7	3,34	19,512	41,589	30,623	1,241	6,207	0,828	8,276
7		7-21	3,84	25,437	34,630	27,870	5,824	5,408	0,832	12,063
8		21-40	3,82	18,341	42,566	35,766	0,416	0,832	2,079	3,327
9		40-75	2,18	19,076	37,988	26,171	2,453	8,996	5,316	16,765

Зерттелген екі кескіннің топырақтарында гранулометриялық құрам қабаттарға байланысты айтарлықтай өзгеріп отырады. Тәжірибелік кескінде (№1) жоғарғы қабатта (0–8 см) күм фракциялары (1,0–0,05 мм) 55,48% құрап, басымдылық танытады. Шаң фракциясы (0,05–0,001 мм) – 34,86%, ал түнба (<0,001 мм) – 9,66%. Тереңдік артқан сайын күм мөлшері азайып, түнба үлесі біртіндеп өседі, 52–64 см аралығында түнба 39,36%-ға дейін жетеді.

Бақылау кескінінде (№2) жоғарғы қабатта күм мен шаң фракциялары басым (мысалы, 0–7 см: күм – 61,10%, шаң – 31,86%). Алайда төменгі қабаттарда түнба үлесі едәуір артып, 40–75 см аралығында 16,77%-ға жетеді.

Жалпы, екі кескінде де тереңдікке қарай күм үлесінің азаюы мен түнба фракциясының артуы байқалады. Бұл процестер топырақтың бөлшектік құрамының дифференциациясын және терең қабаттарда ұсақ бөлшектердің жиналуын көрсетеді.

Бұл деректер топырақтың гранулометриялық құрамының тереңдікке байланысты өзгертіндігін және агрофизикалық қасиеттеріне әсер ететінін көрсетеді. Мұндай талдаулар ауыл шаруашылығында топырақты тиімді пайдалану мен агротехникалық шараларды жоспарлау үшін маңызды болып табылады.

Қорытынды

Хромтау қаласы маңындағы топырақ жамылғысын морфологиялық, агрохимиялық және физика-химиялық сипаттау нәтижелері бұл аумақта техногендік әсердің қарқынды жүргенін дәлелдейді. Зерттелген №1 кескін (өнеркәсіп аумағы) мен №2 кескін (бақылау нүктесі) топырақтарының салыстырмалы талдауы келесідей маңызды ғылыми қорытындылар жасауға мүмкіндік береді:

Гумус пен азот мөлшері техногендік жүктеме астындағы топырақта (0–8 см қабатында гумус – 2,80%; азот – 0,15%) бақылау нүктесімен

салыстырғанда (гумус – 4,13%; азот – 0,23%) едәуір төмен, бұл органикалық заттардың ыдырауының және топырақтың биологиялық белсенділігінің төмендеуін көрсетеді.

Жылжымалы қоректік элементтердің (фосфор, калий) мөлшері де терең қабаттарда азайғаны байқалды. Бұл өсімдіктер үшін қоректік орта тапшылығын және ауыл шаруашылығына жарамдылықтың төмендегенін білдіреді.

Сілтілік реакцияның жоғары болуы (рН 7,5–8,9) және карбонаттардың жинақталуы (64–100 см қабатта CO_2 – 7,8%) топырақтың химиялық тұрақсыздығы мен тұздануға бейімділігін дәлелдейді.

Сортаңдану белгілері, әсіресе терең қабаттарда (64–100 см) жалпы тұздар мөлшері 1,604%-ға дейін артып, хлоридтер мен сульфаттардың шоғырлануы байқалды. Бұл көрсеткіштер топырақтың экологиялық тұрақтылығына қауіп төндіреді және мелиорациялық шараларды талап етеді.

Гранулометриялық құрам бойынша, тереңдеген сайын ұсақ дисперстік бөлшектер үлесінің (шаң, түнба) артуы байқалып, бұл тұздардың терең қабаттарға жиналуына ықпал етеді. Орташа және ауыр суглинисті топырақтар су өткізгіштігі төмен болғандықтан, тұздардың шайылуы әлсіз жүреді.

Осы нәтижелерге сүйене отырып, Хромтау қаласы аумағында топырақтың агроэкологиялық жағдайы тұрақты емес, деградация белгілері анық байқалады. Бұл жерлерді ауыл шаруашылығында тиімді пайдалану үшін жергілікті топырақ жағдайына бейімделген мелиорациялық шаралар, топырақтың органикалық заттармен байытылуы, қоршаған ортаға техногендік қысымды төмендету сияқты кешенді экологиялық стратегияларды енгізу қажет. Сонымен қатар, топырақ ресурстарын сақтау мен қалпына келтіру бағытында тұрақты мониторинг жүргізу – аймақтың экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етудің негізгі шарттарының бірі болып табылады.

Алғыс, мүдделер қактығысы

Бұл ғылыми зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитетінің № BR21882122 «Жасыл даму контекстінде Батыс Қазақстан өңірінің табиғи-шаруашылық және әлеуметтік-экономикалық

жүйелерінің тұрақты дамуы: кешенді талдау, тұжырымдама, болжамдық бағалау және сценарийлер» бағдарламалық-мақсатты қаржыландырудың «Батыс Қазақстан өңірінің топырағының өнеркәсіптік қызмет нәтижесінде улы химикаттармен ластануын бағалау» № 4 кіші бағдарламасы негізінде жасалды.

Әдебиеттер

Bazarbayeva T., Khassenova A., Tukenova Z., Mukanova G., Shimshikov B., Tussupova B., Kudaibergen K., Alimuratkyzy A. Current state of contamination of soil in the West Kazakhstan Region with toxic chemicals as a result of industrial activities // *Caspian Journal of Environmental Sciences*. – 2025. – Vol. 23, No. 1. – P. 173–180. – DOI: 10.22124/CJES.2025.8572.

Beketova A. T., Джаналеева Г.М., Рамазанова Н.Е. Техногенное изменение современного почвенного покрова Хромтауского района под воздействием Донского горно-обогатительного комбината // *Global Challenges – Scientific Solutions: халықаралық конф. материалдары* – Варна, 12 мамыр 2020 ж. – Japan Health Physics Society.

Beketova A., Berdenov Z., Ataeva G., Safarov R., Shomanova Z., Herman G. Geochemical monitoring of industrial center for development of recreational areas (on the example of Khromtau-Don industrial hub, Kazakhstan) // *GeoJournal of Tourism and Geosites*. – 2019. – Vol. 27. – P. 1449–1463. – DOI: 10.30892/gtg.27428-447.

Berdenov Ж.Г., Мендыбаева Г.Е., Атаева Г.М., Казангапова Н.Б. Эколого-геохимический анализ почвенного покрова хромтау-донского промышленного узла // *Гидрометеорология и экология*. – 2018. – № 2.

Калиева К.Б., Амантайұлы Б. Оценка риска опасности на шахте «Молодёжная» Донского ГОКа // *Инновационная наука*. – 2017. – № 11. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-riska-opasnosti-na-shahte-molodyozhnaya-donskogo-goka> (жүгінген күні: 11.07.2025).

Калыбеков Т., Турсбеков С.В., Жакыпбек Ы., Ахтаева Н.З., Муканова Г.А. Изучение интенсификации почвообразовательных процессов при рекультивации поверхности отвалов // *KPCY хабаршысы*. – 2019. – Т. 19, № 4. – Б. 93–98.

Khassenova A., Bazarbayeva T.*, Nizamiev A., Kurbanova L., Tussupova B., Kenzhebay R., Bekzhanova A., Khamitov A. Assessment of the stability potential of geosystems under anthropogenic influences (Case study: Ural River) // *Caspian Journal of Environmental Sciences*. – 2025. – Vol. 23, No. 1. – P. 181–187. – DOI: 10.22124/CJES.2025.857.

Кошим А.Г., Сергеева А.М. Геоэкологический анализ промышленного центра Хромтау и прилегающих территорий // *Тау-кен өңірлерінің экологиялық қауіпсіздігі: конф материалдары*. – Екатеринбург, 16 сәуір. 2015 ж.

Көшім А.Ф., Сергеева А., Умирзакова Ж., Байдрахманова Г. Геоэкологическое состояние месторождения Хромтау и ее картографирование по разновременным космоснимкам Landsat // *ҚазҰУ Хабаршысы. География Сериясы*. – 2015. – № 2 (41).

Мұқанова Г.А., Ахтаева Н.З., Аманғазиева Ү.Т., Зубова О.А., Айтуғанов Е.Н. Хром кенін өндіру аймағындағы топырақ жамылғысының қазіргі заманғы жағдайын талдау және сипаттау // *ҚазҰТЗУ Хабаршысы*. – 2023. – № 3 (139).

Мұқанова Г.А., Жакыпбек Ы., Төлеутаева А.Қ., Ахтаева Н.З. Соколов-Сарыбай Тау-Кен Байыту Өндірістік Бірлестігі аумағында ауыр металдармен ластануды зерттеу // *Горный журнал Казахстана*. – 2021. – № 2. – Б. 48–52.

Почвы казахской ССР : Актюбинская область [Мәтін]. Т. 11 / ред. Г. Новикова және басқалар. – Алма-Ата: Ғылым, 1968. – 376 б.

Safarov R., Berdenov Z., Shomanova Z., Nossenko Y.G., Bexeitova Zh. Spatial distribution of elements, environmental effects, and economic potential of technogenic waste materials of chromite slag from dumps of Don mining and processing plant // *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*. – 2023. – Vol. 58, № 6. – DOI: 10.59957/jctm.v58i6.162.

Управление рекультивацией нарушенных земель на открытых разработках [Мәтін] / Г.А. Мұқанова, Т. Калыбеков, М.Н. Сандибек, К.Б. Рысбеков, С.В. Турсбеков; монография. – Алматы: Satbayev University, 2020. – 283 б.

Wu J, Teng Y, Lu S, Wang Y, Jiao X (2014) Evaluation of Soil Contamination Indices in a Mining Area of Jiangxi, China. *PLoS ONE* 9(11): e112917. doi:10.1371/journal.pone.0112917.

References

Bazarbayeva T., Khassenova A., Tukenova Z., Mukanova G., Shimshikov B., Tussupova B., Kudaibergen K., Alimuratkyzy A. (2025). Current state of contamination of soil in the West Kazakhstan Region with toxic chemicals as a result of industrial activities // *Caspian Journal of Environmental Sciences*, Vol. 23, No. 1, P. 173–180. DOI: 10.22124/CJES.2025.8572. (In English)

Beketova A., Berdenov Z., Ataeva G., Safarov R., Shomanova Z., Herman G. (2019). Geochemical monitoring of industrial center for development of recreational areas (on the example of Khromtau-Don industrial hub, Kazakhstan) // *GeoJournal of Tourism and Geosites*, Vol. 27, P. 1449–1463. DOI: 10.30892/gtg.27428-447. (In English)

Beketova A. T., Dzhanalieva G. M., Ramazanov N. E. (2020). Tekhnogennoe izmenenie sovremennogo pochvennogo pokrova Khromtaugskogo raiona pod vozeistviem Donskogo GOKa [Technogenic changes...] // *Global Challenges – Scientific Solutions*, Varna, May 12. Japan Health Physics Society. (In Russian)

- Berdenov Zh. G., Mendybaeva G. E., Atayeva G. M., Kazangapova N. B. (2018). Ekologo-geokhimicheskii analiz pochvennogo pokrova Khromtau-Donskogo promyshlennogo uzla // *Gidrometeorologiya i ehkologiya*, No. 2. (In Russian)
- Kaliyeva K. B., Amantayuly B. (2017). Otsenka riska opasnosti na shakhte “Molodyozhnaya” Donskogo GOKa // *Innovatsionnaya nauka*, No. 11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-riska-opasnosti-na-shahte-molodyozhnaya-donskogo-goka> (Accessed: 11.07.2025). (In Russian)
- Kalybekov T., Tursbekov S. V., Zhakypbek Y., Akhtaeva N. Z., Mukanova G. A. (2019). Izuchenie intensifikatsii pochvoobrazovatelnykh protsessov pri rekultivatsii poverkhnosti otvalov // *Vestnik KRSU*, Vol. 19, No. 4, P. 93–98. (In Russian)
- Khasenov A., Bazarbayeva T., Nizamiev A., Kurbanova L., Tussupova B., Kenzhebay R., Bekzhanova A., Khamitov A. (2025). Assessment of the stability potential of geosystems under anthropogenic influences (Case study: Ural River) // *Caspian Journal of Environmental Sciences*, Vol. 23, No. 1, P. 181–187. DOI: 10.22124/CJES.2025.857. (In English)
- Koshim A. G., Sergeeva A. M. (2015). Geoekologicheskii analiz promyshlennogo tsentra Khromtau i privileyushchikh territorii // *Ekologicheskaya bezopasnost gornopromyshlennykh regionov: materialy konferentsii*, Ekaterinburg, April 16. (In Russian)
- Koshim A. G., Sergeeva A., Umirzakova Zh., Baidrakhmanova G. (2015). Geoekologicheskoe sostoyanie mestorozhdeniya Khromtau i ee kartografirovaniye po raznovremennym kosmosnimkam Landsat // *Vestnik KazNU. Seriya Geografiya*, No. 2 (41). (In Russian)
- Mukanova G. A., Akhtaeva N. Z., Amangazyeva U. T., Zubova O. A., Aituganov E. N. (2023). Khrom kenin ondiru aimagyndagy topyraq jamylygsynyn kazirgi zamangy zhaǵdayyn taldau zhane sipattau // *KazNTU Khabarshysy*, No. 3 (139). (In Kazakh)
- Mukanova G. A., Kalybekov T., Sandibekov M. N., Rysbekov K. B., Tursbekov S. V. (2020). Upravlenie rekultivatsiei narushennykh zemel na otkrytykh razrabotkakh / Monograph. Almaty: Satbayev University. – 283 p. (In Russian)
- Mukanova G. A., Zhakypbek Y., Toleutayeva A. K., Akhtaeva N. Z. (2021). Sokolov-Sarybai TKBOP auamagynda auyr metallarmen lastanudyi zertteu // *Gornyi zhurnal Kazakhstana*, No. 2, P. 48–52. (In Kazakh)
- Novikova G. (Ed.) (1968). *Kazakh SSR topyragy: Aktobe oblysy* [Soils of the Kazakh SSR: Aktobe region]. Alma-Ata: Gylm. – 376 p. (In Russian)
- Safarov R., Berdenov Z., Shomanova Z., Nossenko Y. G., Bexeitova Zh. (2023). Spatial distribution of elements, environmental effects, and economic potential of technogenic waste materials of chromite slag from dumps of Don mining and processing plant // *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, Vol. 58, No. 6. DOI: 10.59957/jctm.v58i6.162. (In English)
- Wu J., Teng Y., Lu S., Wang Y., Jiao X. (2014). Evaluation of Soil Contamination Indices in a Mining Area of Jiangxi, China // *PLoS ONE*, 9(11): e112917. doi:10.1371/journal.pone.0112917. (In English)

Авторлар туралы мәлімет:

- A. Әлімұратқызы – әл-Фараби атындағы ҚазҰУ география және табиғатты пайдалану факультеті, Тұрақты даму бойынша ЮНЕСКО кафедрасының докторанты. (Алматы қ., Қазақстан, эл.пошта: aitolkynalimurat@gmail.com);*
- Г.А. Мұқанова – әл-Фараби атындағы ҚазҰУ география және табиғатты пайдалану факультеті, Тұрақты даму бойынша ЮНЕСКО кафедрасының доценті, б.ғ.к. (Алматы қ., Қазақстан, эл.пошта: gulzhanatmukanova@gmail.com);*
- Т.А. Базарбаева – әл-Фараби атындағы ҚазҰУ география және табиғатты пайдалану факультеті, Тұрақты даму бойынша ЮНЕСКО кафедрасының доценті, г.ғ.к. (Алматы қ., Қазақстан, эл.пошта: tursynkul.bazarbayeva@gmail.com);*
- Б.Е. Шимшиков – әл-Фараби атындағы ҚазҰУ география және табиғатты пайдалану факультеті, Тұрақты даму бойынша ЮНЕСКО кафедрасының доценті, б.ғ.к. (Алматы қ., Қазақстан, эл.пошта: bshimshikov@gmail.com);*
- З.А. Туkenova – әл-Фараби атындағы ҚазҰУ география және табиғатты пайдалану факультеті, Тұрақты даму бойынша ЮНЕСКО кафедрасының доценті, б.ғ.к. (Алматы қ., Қазақстан, эл.пошта: otdel_nauki8@mail.ru.);*
- А.А. Ошақбай – әл-Фараби атындағы ҚазҰУ география және табиғатты пайдалану факультеті, Тұрақты даму бойынша ЮНЕСКО кафедрасының докторанты. (Алматы қ., Қазақстан, эл.пошта: aitu.oshakbay@gmail.com);*
- Л.С. Курбанова – әл-Фараби атындағы ҚазҰУ география және табиғатты пайдалану факультеті, Тұрақты даму бойынша ЮНЕСКО кафедрасының аға оқытушысы, т.ғ.к. (Алматы қ., Қазақстан, эл.пошта: k_lau@mail.ru).*

Information about the authors:

- A. Alimuratkyzy – PhD student at the UNESCO Chair for Sustainable Development, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Al-Farabi Kazakh National University. (Almaty, Kazakhstan, email: aitolkynalimurat@gmail.com)*
- G.A. Mukanova – Associate Professor at the UNESCO Chair for Sustainable Development, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Al-Farabi Kazakh National University, Candidate of Biological Sciences. (Almaty, Kazakhstan, email: gulzhanatmukanova@gmail.com)*
- T.A. Bazarbayeva – Associate Professor at the UNESCO Chair for Sustainable Development, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Al-Farabi Kazakh National University, Candidate of Geographical Sciences. (Almaty, Kazakhstan, email: tursynkul.bazarbayeva@gmail.com)*
- B.E. Shimshikov – Associate Professor at the UNESCO Chair for Sustainable Development, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Al-Farabi Kazakh National University, Candidate of Biological Sciences. (Almaty, Kazakhstan, email: bshimshikov@gmail.com)*
- Z.A. Tukenova – Associate Professor at the UNESCO Chair for Sustainable Development, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Al-Farabi Kazakh National University, Candidate of Biological Sciences. (Almaty, Kazakhstan, email: otdel_nauki8@mail.ru)*
- A.A. Oshakbay – PhD student at the UNESCO Chair for Sustainable Development, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Al-Farabi Kazakh National University. (Almaty, Kazakhstan, email: aitu.oshakbay@gmail.com)*

L.S. Kurbanova – Senior Lecturer at the UNESCO Chair for Sustainable Development, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Al-Farabi Kazakh National University, Candidate of Technical Sciences. (Almaty, Kazakhstan, email: k_lau@mail.ru).

Информация об авторах:

А. Алимуратқызы – докторант кафедры ЮНЕСКО по устойчивому развитию факультета географии и природопользования КазНУ им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан, эл. почта: aitolkynalimurat@gmail.com);

Г.А. Муканова – доцент кафедры ЮНЕСКО по устойчивому развитию факультета географии и природопользования КазНУ им. аль-Фараби, кандидат биологических наук (Алматы, Казахстан, эл. почта: gulzhanatmukanova@gmail.com);

Т.А. Базарбаева – доцент кафедры ЮНЕСКО по устойчивому развитию факультета географии и природопользования КазНУ им. аль-Фараби, кандидат географических наук (Алматы, Казахстан, эл. почта: tursynkul.bazarbayeva@gmail.com);

Б.Е. Шимишиков – доцент кафедры ЮНЕСКО по устойчивому развитию факультета географии и природопользования КазНУ им. аль-Фараби, кандидат биологических наук (Алматы, Казахстан, эл. почта: bshimshikov@gmail.com);

З.А. Тукенова – доцент кафедры ЮНЕСКО по устойчивому развитию факультета географии и природопользования КазНУ им. аль-Фараби, кандидат биологических наук (Алматы, Казахстан, эл. почта: otdel_nauki8@mail.ru);

А.А. Ошакбай – докторант кафедры ЮНЕСКО по устойчивому развитию факультета географии и природопользования КазНУ им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан, эл. почта: aitu.oshakbay@gmail.com);

Л.С. Курбанова – старший преподаватель кафедры ЮНЕСКО по устойчивому развитию факультета географии и природопользования КазНУ им. аль-Фараби, кандидат технических наук (Алматы, Казахстан, эл. почта: k_lau@mail.ru).

*Жіберілді: 03 маусым 2025 жыл
Қабылданды: 09 қыркүйек 2025 жыл*