

Н.С. Сиханова<sup>1,2\*</sup> , Е.А. Шынбергеннов<sup>1</sup> , А.Ш. Нұрғабылова<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан

<sup>2</sup>М.В. Ломоносов атындағы Мәскеу мемлекеттік университеті, Мәскеу, Ресей

\*e-mail: shynbergenov.erlan@mail.ru

## ҚЫЗЫЛОРДА ОБЛЫСЫ ТОПЫРАҒЫНЫҢ ТЕХНОГЕНДІК ЛАСТАНУЫ

Топырақ – адамзаттың тіршілік ету ортасының баға жетпес ресурстарының бірі. Дегенмен ғылыми-техникалық төңкерістен кейінгі кезеңдегі даму діңгегінде экономикалық өсімді басымдылық ретінде таңдау топырақтың азуы мен едәуір ластануына әкелді. Ол әртүрлі жолмен ластанады және топырақтың құнарлылығын сақтау мен өнімділікті арттыру мақсатында ластану үдерісін бақылаудың өзектілігі айқын. Топырақтың ластануы кейбір топырақ элементтері мен басқа заттардың мөлшері адамдардың, жануарлардың немесе өсімдіктердің тіршілік етуі үшін ұсынылған деңгейден асып кеткен кезде пайда болады. Мақалада Қазақстан Республикасының оңтүстік-батысында орналасқан аграрлы-индустриалды аймақ – Қызылорда облысының топырақ жамылғысына антропогендік әсердің күшеюі нәтижесінде техногендік ластану себептері мен салдары отандық және шетелдік еркін қол жетімді ғылыми әдебиеттерге шолу және талдау жүргізу арқылы жинақталып, сараланған. Сыр өңірі топырақ жамылғысының техногендік сипаттағы негізгі ластанушы көздеріне – радионуклидтер, мұнай және мұнай өнімдері, урбанизацияланған аймақтар және зымыран-тасығыштардың жанармай құрам-бөліктері жататындығы анықталды. Шолу барысында өңірдің биологиялық ресурстарының жай-күйі әлемдік ғылыми қауымдастықтың жіті назарында екендігі көрсетілген. Бұған белгілі бір дәрежеде облыс территориясында орналасқан Арал теңізі мен «Байқоңыр» ғарыш айлағының жанама әсері болуы мүмкін.

**Түйін сөздер:** бақылау, топырақтағы ауыр металдар, қала аумағының топырағы, өзен бассейні.

N.S. Sihanova<sup>1</sup>, Y.A. Shynbergenov<sup>1, 2\*</sup>, A.Sh. Nurgabylova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

\*e-mail: shynbergenov.erlan@mail.ru

## Technogenic soil pollution in Kyzylorda region

Soil is one of the main resources of the human habitat. Nevertheless, the choice of economic growth as a priority for development in the period after the scientific and technological revolution led to depletion and significant pollution of the soil. Pollution occurs in different ways, and the relevance of monitoring the pollution process is obvious in order to preserve soil fertility and increase yields. Soil pollution occurs when the amount of certain soil elements and other substances exceeds the recommended levels for human, animal or plant life. The article summarizes and differentiates the causes and consequences of man-made pollution as a result of increased anthropogenic impact on the soil cover of the Kyzylorda region, an agricultural and industrial zone located in the south-west of the Republic of Kazakhstan, by conducting a review and analysis of domestic and foreign freely available scientific literature. It has been established that the main sources of pollutants of a technogenic nature of the soil cover of the Aral Sea region are radionuclides, oil and petroleum products, urbanized zones and fuel components of launch vehicles. During the review, it was shown that the state of the biological resources of the region is under the close attention of the world scientific community. To some extent, this may be a side effect of the Aral Sea and the Baikonur cosmodrome located in the region.

**Key words:** control, heavy metals in the soil, urban soil, river basin.

Н.С. Сиханова<sup>1</sup>, Е.А. Шынберген<sup>1, 2\*</sup>, А.Ш. Нургабылова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан

<sup>2</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

\*e-mail: shynbergenov.erlan@mail.ru

### Техногенное загрязнение почв Кызылординской области

Почва является одним из главных ресурсов среды обитания человечества. Тем не менее, выбор экономического роста в качестве приоритета развития в период после научно-технической революции привел к истощению и значительному загрязнению почвы. Загрязнение происходит по-разному, и актуальность мониторинга процесса загрязнения очевидна в целях сохранения плодородия почвы и повышения урожайности. Загрязнение почвы происходит, когда количество определенных элементов почвы и других веществ превышает рекомендуемые уровни для жизнедеятельности людей, животных или растений. В статье обобщены и дифференцированы причины и последствия техногенного загрязнения в результате усиления антропогенного воздействия на почвенный покров Кызылординской области, аграрно-индустриальной зоны, расположенной на юго-западе Республики Казахстан, путем проведения обзора и анализа отечественной и зарубежной свободно доступной научной литературы. Установлено, что основными источниками загрязняющих веществ техногенного характера почвенного покрова региона Приаралья являются радионуклиды, нефть и нефтепродукты, урбанизированные зоны и компоненты топлива ракета-носителей. В ходе обзора было показано, что состояние биологических ресурсов региона находится под пристальным вниманием мирового научного сообщества. В некоторой степени это может быть побочным эффектом Аральского моря и космодрома «Байконур», расположенного на территории области.

**Ключевые слова:** контроль, тяжелые металлы в почве, почва городской территории, бассейн реки.

### Кіріспе

Топырақ – адамзаттың тіршілік ету үдерісінде ауа және сумен бірдей маңызды құрамбөлік болып табылады. Біріккен Ұлттар Азық-түлік және ауылшаруашылығы Ұйымының мәліметі бойынша, әлемдегі азық-түліктің 99,7% топырақтан алынады (ФАО, 1997). Сонымен қатар, топырақ табиғи жағдайдағы ластаушы заттардың фильтрі ретінде белгілі, мәселен, жер бетіне түскен су тамшылары топырақтың капиллярлары бойымен төменге бірнеше қабатқа өту арқылы сүзгіленіп, тазаланады. Мұның себебі: біріншіден, топырақ бөлшектері зиянды заттарды ұстайды, екіншіден, теріс зарядтың арқасында топырақ судан оң зарядталған кальций мен магний иондарын «сорып алады» және үшіншіден, топырақта тіршілік ететін микроағзалар суды ластайтын заттарды ыдыратады. Топырақтағы ауыр металдардың жоғары мөлшері олардың гео- және биоаккумуляция қабілетіне, сондай-ақ топырақ профиліндегі тасымалдау жылдамдығына байланысты (Kowalska J.B. et al. 2018: 2395–2420). Топырақ профиліндегі ауыр металдардың таралуы олардың шығу тегі туралы ақпарат бере алады. Топырақтың ауыр металдармен байытылуы адамның тарихи қызметін көрсете алады. Басқа қырынан қарағанда, көлік, өнеркәсіп және ауыл шаруашылығы сияқ-

ты антропогендік ластанудың заманауи көздері топырақта ауыр металдардың жиналуына сөзсіз әсер етеді. Ауыр металдар жергілікті және қашықтағы шығарындылар көздерінен түзілуі мүмкін, сондықтан олар пайда болған орнында жиналады немесе шаңмен байланысу қабілетіне байланысты ұзақ қашықтыққа тасымалданады. Антропогендік ластаушы заттардың көпшілігі атмосфераға шығарылады, содан кейін топырақ бетіне қонады. Ауыр металдардың жер қыртысының маңызды компоненті болып саналуы себепті, металдардың жиналуы табиғи процестер арқылы да үстемеленіп отыруы мүмкін. Демек, жер телімдеріндегі бастапқы материалдың табиғаты мен педогенезі ауыр металдардың жиналуы үшін қолайлы немесе қолайсыз жағдайлар тудыруы мүмкін. Сонымен қатар, бастапқы материалдың дефляция үдерісінің барысында желдің әсерімен эрозия базисіне көшуі- топырақтағы ауыр металдардың мөлшеріне әсер ететін табиғи құбылыс болып табылады.

### *Кызылорда облысындағы топырақтың ластану көздері*

Кызылорда облысы – Қазақстан Республикасының оңтүстік-батыс бөлігінде орналасқан, еліміздің Ақтөбе, Ұлытау, Түркістан облыстарымен және Өзбекстан Республикасының Қарақалпақстан және Науаи әкімшілік бірліктермен

шектеседі. Жер көлемі – 226 000 ш/ш, халық саны – 833 000 адам (2023 ж.). Өңір аграрлы-индустриалды даму бағытына маманданған, Сырдария өзені оңтүстік-шығыстан солтүстік-батысқа қарай облыс территориясын қақ ортасынан бөліп ағып, Арал теңізінің жасанды бөгетпен тұрақтандырылған бөлігі – Солтүстік Арал теңізіне барып құяды. Аймақтың ірі өндіріс орындары мен өнеркәсіптік кешендері Сырдария өзенінің оң жағалауы мен Қаратаудың оңтүстік бөктерінің аралығында орналасқан, дарияның сол жағалауы мал шаруашылығында жайылым және шабындық алаңы ретінде пайдаланылады. Облыс әкімшілік-территориялық құрылымы жағынан облыс орталығы – Қызылорда қаласы мен 7 ауданнан құралған және өңірдің бас шаһары мен аудан орталықтары түгелімен Сырдария өзенінің жағалауында орналасқан.

Жалпы, Қызылорда облысының топырақ жамылғысын ластаушы техногендік сипаттағы заттарға төмендегілер жатады:

- радионуклидтер (Dahl C., Kuralbayeva K. 2001: 429-440; Saparov A. 2014; Bakytzhanova B.N. et al. 2016: 17-21),

- урбанизацияланған территориялардағы ауыр металдар (Woszczyk M., Spsychalski W., Boluspaeva L. 2018: 362; Ramazanova E., Lee S.H., Lee W. 2021: 141535; Junusbekov M.M. et al. 2023: 586)

- суармалы егістік алқаптарындағы ауыр металдар (Ma L. et al. 2019: 4398; Baubekova et al., 2021: 43315–43328; Suska-Malawska M. et al. 2022: 1207),

- мұнай және мұнайдан алынатын өнімдер (Almaganbetov N., Grigoruk V. 2008; Krasilnikov P. et al. 2018: 17; Akhmetov L.I. et al. 2022: 549),

- зымыран жанармайының құрам бөліктері (Kenessov B. et al. 2012: 78-85; Zhailaubai Z. et al. 2018; Koroleva T.V. et al. 2021: 115711).

Мұнан бөлек Сыр өңірінде орналасқан Арал теңізінің кепкен табанынан ұшып шыққан тұздардың да қоршаған табиғи ортаға әсері зор болып табылады.

### ***Топырақтың радионуклидті ластануы***

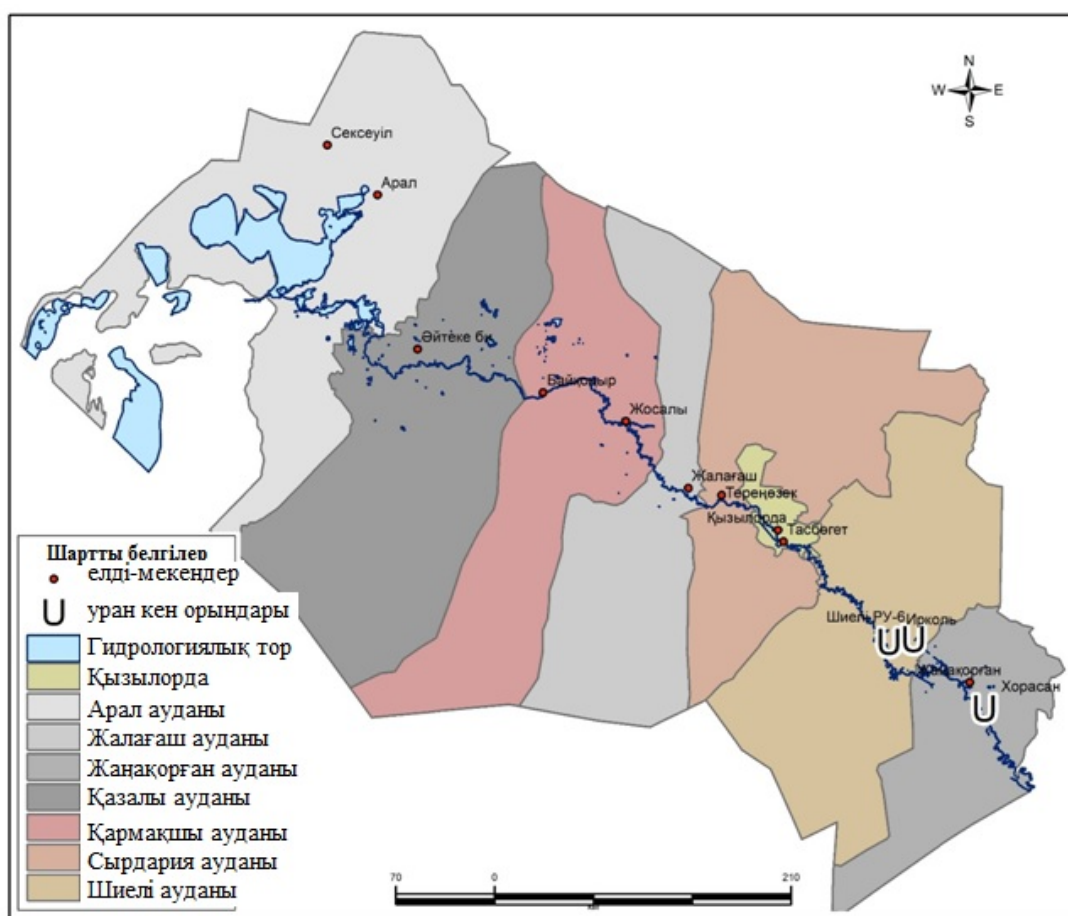
Топырақтың радионуклидті ластануы дегенде ойымызға атом бомбасы және Семей ядролық полигоны, «Капустин Яр» мен «Ли́ра» құпия аймақтары келетіні сөзсіз (Barber D.S. et al. 2003). Дегенмен, радиоэколог-ғалымдардың есептеулері бойынша әлемде радиоактивті элементтердің табиғи изотоптарымен сәулелену табиғи жағдайда адамның қатысуынсыз да жүріп келген. Мәселен, жанартау атқылауы немесе алапат жер сілкінісі барысында жер қойнауында жылдар немесе ғасырлар бойы мүлгіген тыныштықта жатқан изотоптар қозғалысқа түсіп, қолайлы жағдайдың туындауына байланысты (температура, атмосфералық қысым, ылғалдылық деңгейі және т.б.) әрекеттесіп, альфа немесе гамма сәулелену үдерісіне әкелетін болған (Chen L. et al. 2022: 155441).

Радионуклидтердің жылыстап, жылжуы «топырақ – өсімдіктер – жануарлар» трофикалық сызбасы бойынша жүреді (Кайруллова М.А., Кашкинбаев Е.Т. 2023: 995-1008), бұл тізбектегі топырақ жамылғысының негізгі рөлі кездейсоқ емес, өйткені топырақтың адамның жалпы сәулеленуіне қосқан үлесі 60%-дан асуы мүмкін (Габлин В.А. 2014: 320).

Қырғызстан, Өзбекстан мен Қазақстан аумағы арқылы өтетін Сырдария өзенінің топырағы мен шөгінділері үшін радионуклидтермен, екінші реттік және микроэлементтермен топырақ пен өзен түбіндегі шөгінділердің неғұрлым елеулі ластануы анықталды (1-сурет).

Әдебиеттерде «Сырдария» уран өндірісі провинциясына кіретін «Қорасан», «Иіркөл», «Қарамұрын» объектілерінің қоршаған ортаға әсерін анықтау мақсатында ұйымдастырылған бірнеше дереккөздер бар, нәтижесінде Сырдария өзенінің уран өндірісі ошақтарынан төменде орналасқан жайылмасына радионуклидтердің жылыстап көшетіндігі және өзен арнасы бойымен төменгі ағысқа қарай таралатындығы анықталды (Хакимов Н. и др. 2005: 37-41; Жанбеков Х.Н., Мукатаева Ж.С., Байсеитова Ж.Н. 2007: 111-115; Zhanbekov K., Akhmetov A., Vundo A. 2019: 44-53).

Жалпы, әдебиеттерді жан-жақты талдау трансшекаралық аумақта орналасқан уран кәсіпшілігі объектілері шегінде облыстағы топырақтың радионуклидтік ластануын зерттеу бойынша негізгі жүргізілу аймақтарын көрсетеді. Зерттеу нысаны – Сырдария өзені түбіндегі шөгінділердегі табиғи радионуклидтердің құрамы топырақпен салыстырғанда жоғары, салдарынан «Қазгидромет» РМК мониторинг жүргізу аймағынан тыс өзеннің төменгі ағысында осындай жұмыстардың айқын қажеттілігі туындады (Kadyrzhanov K. et al. 2005: 197-205; Kazymbet P. et al. 2022: 2310-2317).



1-сурет – Қызылорда облысының уран өндірісі аймақтары

### **Мұнай-газ саласынан топырақтың ластануы**

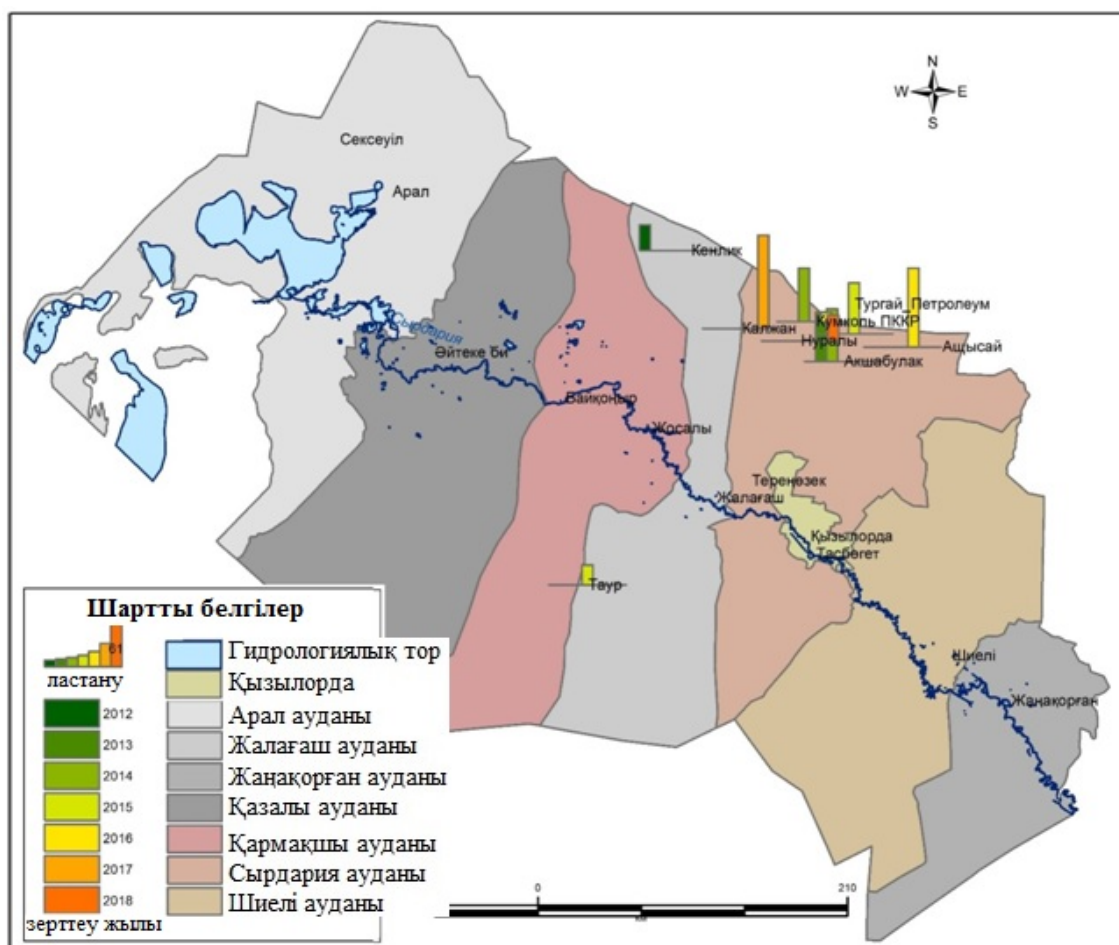
Мұнай-газ өнеркәсібі топырақтың ластануының негізгі көздерінің бірі болып табылады (Dahl С., Kuralbayeva K. 2001: 429-440; Almaganbetov N., Grigoruk V. 2008; Abdibattayeva M. et al. 2019: 24-38). Әлемдік мұнай қорының 60%-ы климаты ыстық аймақтарда екені белгілі және бұл мұнаймен ластанған аумақтарды қалпына келтірудің тиісті технологияларын әзірлеуді және қолдануды талап етеді (Akhmetov L.I. et al. 2022: 549). Қызылорда облысында мұнай мен газ өндіру негізінен өңірдің солтүстік бөлігінде, Ұлытау облысының Сыр еліне ұзақ мерзімді пайдалануға берілген жерлері аймағында орналасқан (Dahl С., Kuralbayeva K. 2001: 429-440;

Issanova G., Saparov A., Ustemirova A. 2014: 429 және т.б.). Қызылорда облысында 160 миллион тонна мұнай мен 19 миллиард текше метр газ бар 17 кен орны барланған. Зерттеу аймағындағы «Ақшабұлақ», «Құмкөл», «Жаңаталап», «Ақтас» кен орындарында өсімдік пен топырақ жамылғысына мұнай және мұнай өнімдерімен ластанудың әсері анықталды (Шорабаев Е.Ж., Туякбаева А.У., Мухамедова Н.С. 2013: 220-223; Нарманова Р.А., Аппазов Н.О., Керейтбаева Н.С. 2016: 425-429; Akhmetov L.I. et al. 2022: 549 және т.б.), аталған объектілердегі ластану деңгейі 1-кестеде көрсетілген.

Кестеде көрсетілген мұнай және мұнай өнімдерімен топырақтың ластануы тіркелген кен орындары, ластану мөлшері мен зерттеу жүргізілген жылдар 2-суретте көрсетілген.

1-кесте – Топырақ жамылғысының мұнаймен ластануы

| Кен орны, өндіруші (сілтеме)                                                               | Ластану мөлшері (зерттеу кезеңі) | Ластану деңгейі (Бузмаков С.А. 2013: 128-132) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|
| Құмкөл, «ПетроҚазақстан» АҚ (Нарманова Р.А., Аппазов Н.О., Керейтбаева Н.С. 2016: 425-429) | 12 г/кг (2016)                   | 3                                             |
| Таур, «КазПетролГрупп» ЖШС (Пирманова Ж.М. и др. 2015: 1983-1983)                          | 26 г/кг (2015)                   | 5                                             |
| Кеңлік, «Саутс Oil» ЖШС (Туякбаева А.У. и др. 2012: 128-134)                               | 33,8 г/кг (2012)                 | 5                                             |
| Нұралы (Кужамбердиева С.Ж. и др. 2018: 82-87)                                              | 33,8 г/кг (2018)                 | 5                                             |
| Ақшабұлақ (Шорабаев Е.Ж., Туякбаева А.У., Мухамедова Н.С. 2013: 220-223)                   | 64,6 г/кг (2013)                 | 5                                             |
| Құмкөл, «Торғай Петролеум» АҚ (Пирманова Ж.М. и др. 2015: 1983-1983)                       | 67 г/кг (2015)                   | 5                                             |
| Ақшабұлақ, «ЖШС Тимур Соппану» (Идрисова Д.Т. и др. 2014: 1668-1671)                       | 68,7 г/кг (2014)                 | 5                                             |
| Ақшабұлақ (Идрисова Д.Т. и др. 2014: 1421-1421)                                            | 70 г/кг (2014)                   | 5                                             |
| Құмкөл (Фунтикова Т.В. и др. 2014: 114-116)                                                | 70±7 г/кг (2014)                 | 5                                             |
| Ащысай, «КОР» АҚ (Нарманова Р.А., Аппазов Н.О., Керейтбаева Н.С. 2016: 425-429)            | 103 г/кг (2016)                  | 6                                             |
| Қалжан, «Саутс Oil» ЖШС (Ермуханова Н.Б., Керимбекова З.М., Танжарыков П.А. 2018: 250-256) | 103-122 г/кг (2017)              | 6                                             |



2-сурет – Қызылорда облысындағы мұнай кен орындары топырағының ластануы

Қызылорда облысының мұнайлы аймақтарында мыңдаған гектар аумақта мұнай және радиоактивті материалдармен ластанған топырақтың үлкен телімдері, өнеркәсіптік ағынды сулармен тұздандудың жоғары деңгейі және қорғасын, кобальт, никель, ванадий және т.б. уытты ауыр металдардың жиналуына әкелетін топырақ ландшафтының технологиялық трансформациясы анықталған (Askarova D.A., Glebov V.V. 2018: 178-179; Krasilnikov P. et al. 2018: 17). Қызылорда облысындағы топырақтың ластануының негізгі көзі – қоршаған ортаны ауыр металдармен және мұнай өнімдерімен ластайтын мұнай өндіруші компаниялардың қызметі болып табылады (Almaganbetov N., Grigoruk V. 2008: 12).

Топыраққа мұнай төгілген жағдайда алғашқы болып көміртегінің жеңіл фракциялары күн сәулесі мен желдің әсерінен ұшып кетеді, ауыр фракциялар уақыт өте келе топырақтың төменгі қабаттарына жылыстап жылжиды. Ең соңында мұнай немесе мұнай өнімдерінің жоғары минералды компоненттері топырақ бетінде күн сәулесін өткізбейтін қабат түзеді.

### **Қалалардағы топырақтың ластануы**

Қызылорда қаласы және облыс аумағындағы аудан орталықтарының топырақ жамылғысы техногендік ластанудың келесі түрлеріне бейім: тау-кен өндірісі, жылу энергетикалық станциясы және автокөліктердің уытты түтіні. Мұнан бөлек, облыс территориясында орналасқан «Байқоңыр» ғарыш айлағы мен Арал теңізінің кепкен табанынан көтерілген тұз елді мекендердің экожүйесіне өз әсерін тигізеді.

Жалпы, елімізде қалалық жерлердің топырақ жамылғысының ластануын бағамдайтын нақты стандарт немесе ереже қалыптаспаған. Бұл мәселеге көз жеткізу үшін электронды деректер қорында сақталған еркін қол жетімді ғылыми әдебиеттерге шолу жүргізіп көрдік. Мәселен, бір жағдайда авторлар қалалардағы тазалықтың шамасын бағамдайтын 5 деңгейлі

шкаланы басшылыққа алады, екінші зерттеуде химиялық ластанудың жиынтық көрсеткішіне (Zc) негізделген рейтинг әдісі қолданылған, ол іс жүзінде ауыр металдардың жиынтық ластануы бойынша топырақ жамылғысының ластану деңгейімен бірдей (Ревич Б.А., Сает Ю.Е., Смирнова Р.С. 1990: 8-15). Zc мәндері ШРК немесе Кларк санынан жоғары шоғырлануы бар барлық элементтер үшін есептелген (Salim Y. et al. 2023: 31-38).

Ашық көздерден алынған Қазақстан Республикасында топырақтың ластануын саралауды айқындауға қабылданған тәсілдердің жиынтық кестесін жасау кезінде көрсеткіштердің белгілі бір мәндерін түсіндірудің кейбір дәлсіздіктері анықталды (2-кесте).

**2-кесте** – Санитарлық-химиялық көрсеткіштер бойынша топырақты бағалау (Тіршілік ету ортасының қауіпсіздігіне арналған гигиеналық нормативтерді бекіту туралы бұйрық, 2021 негізінде құрастырылған)

| Химиялық заттардың рұқсат етілген шекті шамасының арту жиілігі | Қауіптілік дәрежесі / ластану дәрежесі |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <1                                                             | қауіпсіз / таза                        |
| 1-10                                                           | қауіпті / қатты ластанған              |
| 10-25                                                          | аса қауіпті                            |
| >25                                                            | экологиялық апат                       |

«Казгидромет» РМК тарапынан еліміздің 22 ірі қаласының топырақ жамылғысында 5 ауыр металдың (Pb, Cd, Cu, Zn және Cr) шоғырлануын үздіксіз бақылау жүргізіледі (3-сурет), нәтижесінде Қызылорда облысының (3-кесте), оның ішінде Қызылорда қаласының топырақ жамылғысында ауыр металдар шоғырлану деңгейі бойынша – 2-ші класс – «қауіпті» шамасына сәйкестігі анықталды (Ramazanova E., Lee S.H., Lee W. 2021: 141535).

**3-кесте** – Қызылорда облысындағы елді мекендердің топырақ жамылғысында ауыр металдардың шоғырлану мәндері, мг/кг (минималды-максималды шама), орташа±стандартты ауытқу («Казгидромет» РМК 2015-2023 жж. бюллетендері негізінде)

| Елді мекен, бақылау кезеңі    | Cr                     | Pb                       | Zn                     | Cd                     | Cu                    |
|-------------------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| Қызылорда қ., 2015, 2017-2023 | (0,07-2,52)<br>0,8±0,7 | (3,2-97,06)<br>30,6±26,6 | (2,3-45,8)<br>12,9±9,9 | (0,08-2,05)<br>0,2±0,3 | (0,3-23,7)<br>3,2±4,2 |
| Байқоңыр қ., 2018-2023        | (0,01-3,4)<br>0,6±0,9  | (5,5-50,46)<br>18,8±11,3 | (0,33-10,9)<br>4,3±2,7 | (0,01-0,2)<br>0,1±0,1  | (0,1-2,33)<br>0,8±0,6 |

Кестенің жалғасы

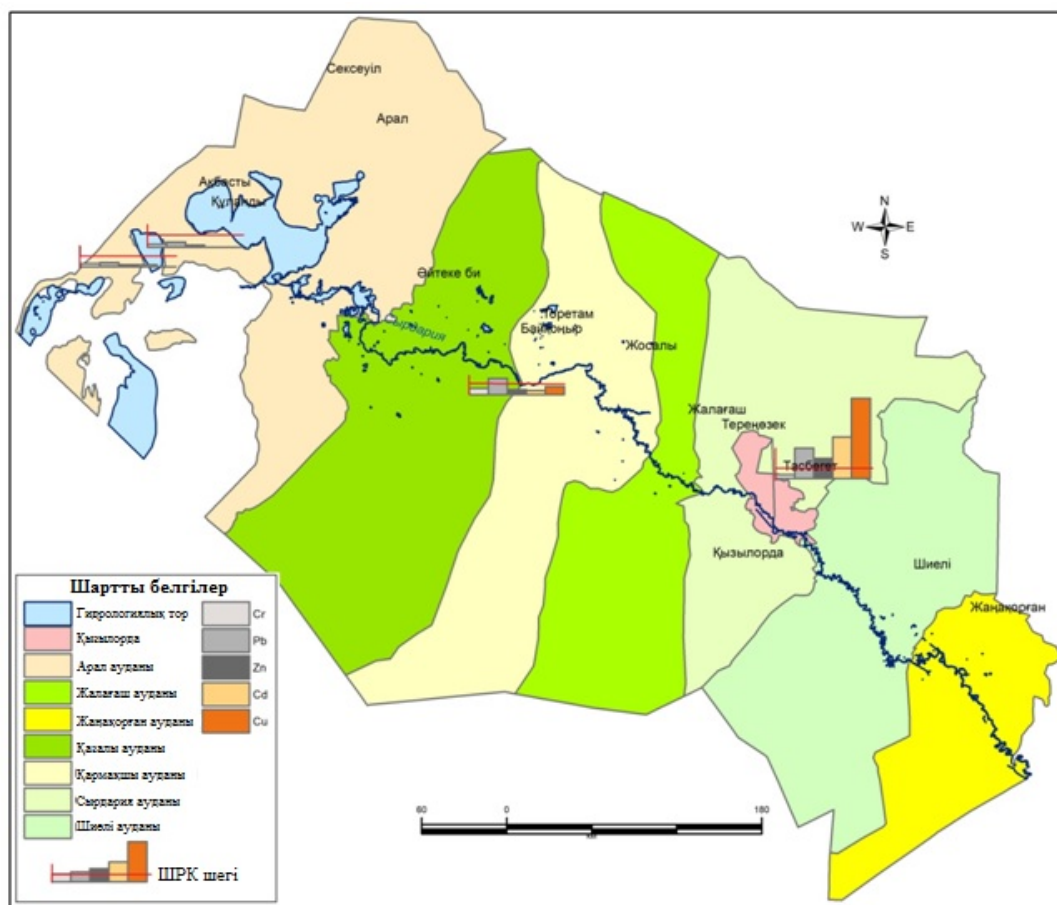
| Елді мекен, бақылау кезеңі | Cr                    | Pb                     | Zn                     | Cd                        | Cu                    |
|----------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Ақбасты е/м.,<br>2019-2023 | (0,02-1,7)<br>0,3±0,5 | (2,2-16,6)<br>4,7±3,1  | (0,4-3,88)<br>2,0±0,9  | (0,004-0,08)<br>0,05±0,02 | (0,1-0,61)<br>0,2±0,1 |
| Құланды е/м.,<br>2019-2023 | (0,03-2)<br>0,4±0,6   | (2,1-13,25)<br>4,9±2,8 | (0,87-5,32)<br>2,3±1,2 | (0,004-0,1)<br>0,05±0,03  | (0,1-0,84)<br>0,3±0,2 |
| Қазақстан                  | 6                     | 32                     | 23                     | 0,5                       | 3                     |

Ескерту. **қою қара түспен** ерекшеленген шама – ШРК мөлшерінен жоғары мәндер; Қазақстан – ауыр металдардың еліміздің топырақ жамылғысында таралуының қабылданған ШРК мөлшері.

Облыс орталығында мониторингтік 5 ауыр металдың төртеуі бойынша ШРК мөлшерінен 2-7 есеге дейін асып кету фактілері тіркелген. Байқоңыр қаласында орналасқан бақылау объектілерінде қорғасын мөлшерінің шамадан 1,6 есе көбеюі анықталған. Басқа елдімекендерде ауыр металдардың тіркелген мөлшері қалыпты төмен. Облыс аумағында хромның топырақта

таралу көрсеткіші шекті мөлшерден едәуір төмендігі байқалды.

Ауыр металдардың зерттеу аумағының топырақ жамылғысында шоғырлануына назар аударатын болсақ (сурет 3), облыс орталығында қорғасын (3 ШРК), мырыш (2 ШРК), кадмий (4,1 ШРК) және мыстың (7,9 ШРК) мөлшері алаңдатарлық.



**3-сурет** – Топырақтағы химиялық заттардың ШРК асып кету жиілігі бойынша Қызылорда қаласы мен аудан орталықтарындағы қауіптілік дәрежесі («Казгидромет» РМК 2015-2023 жж. бюллетендері негізінде құрастырылған)

Жаңақорған ауданы Төменарық станциясынан бастап, Сырдария өзенінің төменгі ағысы және аңғары басталады. Жазық жер өзендерінің аңғарының басты ерекшелігі – кең алқапты қамтитын жайылма түзіп ағуында. Жайылманың топырағы құнарлы болады, бау-бақшаға өте таптырмас дәрумендер мен минералды заттарға бай. Алайда, жайылманың тағы бір ерекшелігі – өзен ағысымен келген пайдалы болсын, пайдасыз болсын барлық ерітінділердің осы тұста кідіріп, топырақ пен өсімдік бойында жиналып қалуында. Осы арқылы, дарияның етегінде орналасқан Қазалы, Арал елді мекендерінің топырағында аласа таулы Жаңақорған, Түркістан аймағының ауыр металдары кездесіп жатады.

#### **Зымыран жанармайының қалдықтарымен топырақтың ластануы**

Қазақстанның орталық бөлігіндегі шиеленісті экологиялық жағдай «Байқоңыр» кешеніндегі қызметпен байланысты, онда экологиялық қызметтер заңнамалық базаның кемшіліктеріне байланысты дәрменсіз. Топырақтың ластануы кешен аумағында, сондай-ақ ғарыштық зымыран тасығыштардың ұшырылуы кезінде ғарыштық зымырандардың бөлінген бөліктері құлаған жерлерде орын алады. Ғарыштық зымырандар бөліктерінің құлау аймағы еліміздің Ұлытау, Қарағанды, Ақмола, Павлодар және Шығыс Қазақстан облыстарында орналасқан едәуір аумақтарды алып жатыр. Сарапшылардың бағалауы

бойынша, зымыран отынының жану өнімдерімен және зымырандардың бөлінген бөліктерімен ластанған жердің жалпы ауданы шамамен 9,6 миллион гектарды құрайды.

«Байқоңыр» кешені оған іргелес аумақтардағы топырақ жамылғысына теріс әсер етеді. Бұл отын мен өндіріс қалдықтарының төгілуі кезінде топырақтың ластануы нәтижесінде пайда болады. Топырақтың ең көп ластануы зымырандар ұшырылған кезде төтенше жағдайларда болады (Almaganbetov N., Grigoruk V. 2008).

Асимметриялық диметилгидразин (1,1 – диметилгидразин, АДМГ, кодты атауы «гептил») – зымыран жанармайы, Байқоңыр ғарыш айлағы жағдайында қоршаған ортаға еніп, топырақтың төменгі қабаттарына жылыстап-жылжиды (кесте 4). Зымыран тасығыштың (ЗТ) бірінші сатысы, штаттық жағдайда, сәтті ұшырылғаннан кейін құлайды, бұл ретте әртүрлі деректер бойынша бактарда 2 тоннаға дейін жанбаған АДМГ қалады (Kenessov B. et al. 2012: 78-85; Efremov S. et al. 2021: 101962) немесе 0,6-дан 4 тоннаға дейін жанбаған АДМГ және шамамен 4 тонна  $N_2O_4$  – дианот тетраоксиді қалады (Carlsen L., Kenesova O.A., BатырбекOVA S.E. 2007: 1108-1116). Төтенше жағдайда, ЗТ апатының салдарынан жанармай бактарында 200-ден (Kenessov B. et al. 2012: 78-85) 600 тоннаға дейін жанармай компоненттері болуы мүмкін (Koroleva T.V. et al. 2021: 115711).

#### **4-кесте – Зымыран отынының қалдықтарынан топырақтың ластануы**

| Аумағы                                              | Топырақ түрі                              | Ластану деңгейі                                        | Ластану көзі, жыл                              |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Орталық Қазақстанның Ұлытау ауданы (У-25)           | шөлейттің ашық қарақоңыр ауыр құмбалшықты | <sup>1</sup> елеусіз                                   | «Союз» ЗТ құлау аймағындағы Т-1 керосині, 2018 |
| Алтай және Сауыр-Тарбағатай, Шығыс Қазақстан (У-30) | таулы қоңыр орташа құмбалшық              | <sup>1</sup> елеусіз                                   | «Союз» ЗТ құлау аймағындағы Т-1 керосині, 2018 |
| Байқоңыр ғарыш айлағының айналасы                   | шөлдің сұр-құба                           | <sup>2</sup> 520±20 мг/кг<br><sup>3</sup> 608±15 мг/кг | «Протон-М» ЗТ апат орнындағы АДМГ, 2013        |
| Қызылорда облысы Қармақшы ауданы                    | шөлдің сортаң тақыр                       | <sup>4</sup> 228 ШРК*                                  | РС-20 «Днепр» ЗТ апат орнындағы АДМГ, 2006     |

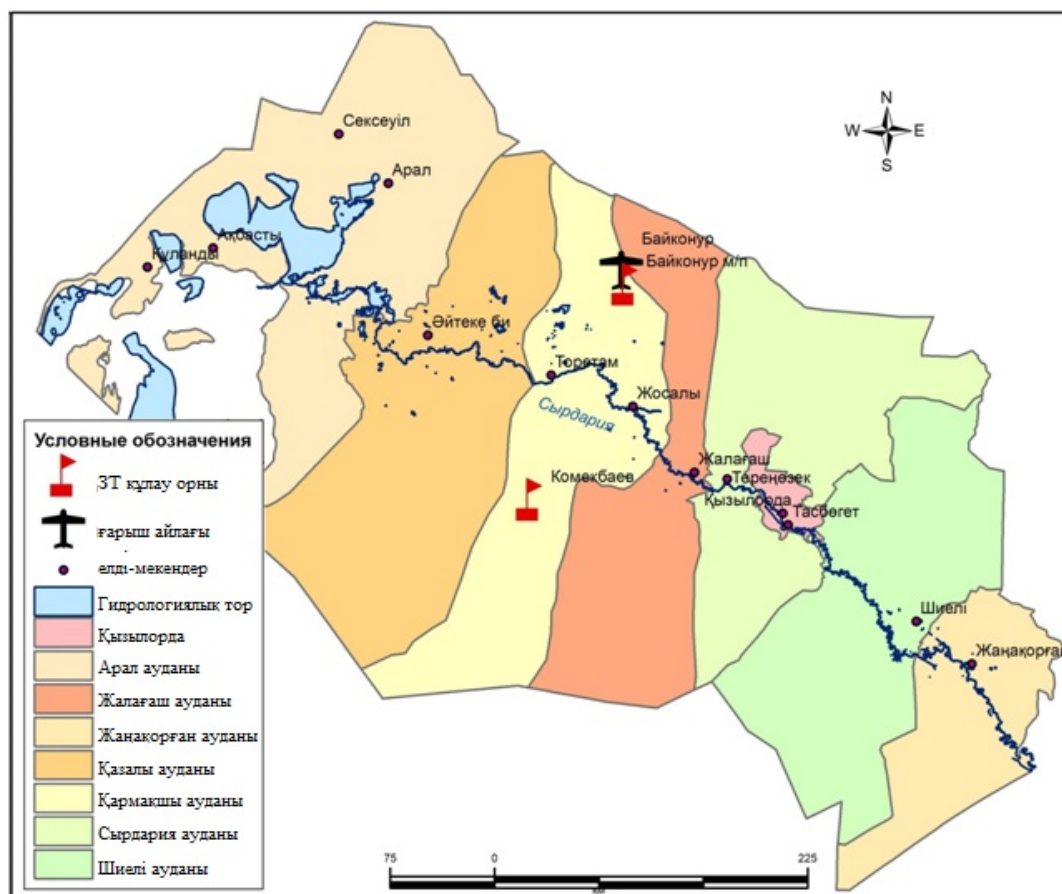
Ескерту. <sup>1</sup>Bekeshev Y. et al., 2023; <sup>2</sup>Kosyakov D.S. et al. 2019: 335-344; <sup>3</sup>Zhubatov Z.K. et al. 2016: 491-499; <sup>4</sup>Бисариева Ш.С. и др. 2012: 108-116; АДМГ – Асимметриялық диметилгидразин; ЗТ – зымыран-тасымалдаушы; \* – АДМГ топырақтағы ШРК – 0,1 мг/кг.

Жалпы, 4-кесте бойынша зымыран отынының құрамдас бөлігі АДМГ, яғни гептилдің топырақтағы шекті рұқсат етілген концентрациясының ұсынылған мөлшері – 0,1 мг/кг екендігін

ескере отырып, өте жоғары деп айтуға болады (Шкаева И.Е. и др. 2010: 267-271). Төмендегі 4-суретте «Байқоңыр» ғарыш айлағынан ұшырылатын «Союз», «Протон-М», «Днепр» зы-

мыран тасығыштары штаттық және апаттық құлау орындарымен берілген. Негізі, «Байқоңыр» ғарыш айлағынан ұшырылған зымыран-тасығыштарының екінші және үшінші блоктары жанармай бактары болып табылады және олар

штаттық жағдайда зымыранның ұшу траекториясы бойынша еліміздің Ұлытау облысы территориясында «Ұлытау» объектісіне, Шығыс Қазақстан облысының «Алтай» және «Сауыр-Тарбағатай» объектілері аумағына құлауы тиіс.



4-сурет – Зымыран отынының құрамдас бөлігімен топырақтың ластануы

Сондай-ақ, топырақ құрылымындағы 1,1-диметилгидразиннің құрамын бағалау әдістерін ескеру қажет, өйткені зымыран отынының компоненттерін анықтауда қолданылған әр түрлі

әдістері (ҚФМЭ немесе еріткішпен экстракциялау) зымыран тасығышы апатының бір жағдайын талдаудың өзінде мүлдем әртүрлі нәтижелер береді (5-кесте).

5-кесте – Анықтау әдістемесіне байланысты топырақтағы АДМГ шоғырлануының динамикасы

| Аумағы                          | Топырақ түрі    | Анықтау әдістемесі                        | АДМГ шоғырлануының өзгерісі, мг/кг |                |
|---------------------------------|-----------------|-------------------------------------------|------------------------------------|----------------|
|                                 |                 |                                           | 1 тәуліктен кейін                  | 1 жылдан кейін |
| Байқоңыр ғарыш айлағының маңайы | шөлдің сұр-күба | <sup>1</sup> қатты фазалы микроэкстракция | 520±20                             | 13,47          |
|                                 |                 | <sup>2</sup> еріткішпен экстракциялау     | 608±15                             | 15,6           |

| Аумағы                                   | Топырақ түрі                  | Анықтау әдістемесі                    | АДМГ шоғырлануының өзгерісі, мг/кг |                |
|------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|----------------|
|                                          |                               |                                       | 1 тәуліктен кейін                  | 1 жылдан кейін |
| солтүстік шөлдер аймағы, Батыс Қазақстан | шөлдің құба жеңіл құмбалшықты | <sup>3</sup> далалық үлгілік тәжірибе | 434                                | 68,6           |

Ескерту. <sup>1</sup>Kosyakov D.S. et al. 2019: 335-344; <sup>2</sup>Zhubatov Z.K. et al. 2016: 491-499; <sup>3</sup>Касимов Н.С., Кречетов П.П., Королева Т.В. 2006: 668-670.

Ластанған топырақты еріткішпен экстракциялау нәтижесінде төтенше жағдайдан бір тәулік өткен соң және бір жылдан кейін (5-кесте), қатты фазалы микроэкстракциямен өңдеуден кейінгі шамадан едәуір асатын мөндер алынды. Бұл ҚФМЭ сезімталдығының жоғары шегіне және енгізілетін ақпаратты калибрлеу қажеттілігіне байланысты болуы мүмкін. Қалай болғанда да, топырақтағы зымыран отынының құрамдас бөліктерін анықтаудың балама әдістерін дамыту осы зерттеу бағытындағы ғылыми тәсілдерді жетілдіруге мүмкіндік береді.

### Қорытынды

1. Топырақ – жер бетіндегі кез-келген тіршілік иесінің өмір сүруіне қажетті қалпына келетін 3 ресурстың (ауа, су, топырақ) бірі болып табылады және ыждағаттылықпен күтім жасалған жағдайда әлі мыңдаған жылдар бойы пайдалануға жарамды. Дегенмен, топырақтың жай-күйіне жете мән бермей, оны ластау соңғы 200 жылда белең алып келеді. Негізі, топырақтың ластануы 2 топқа бөлінеді: табиғи және антропогендік, соның ішінде адам әрекеті салдарынан топырақтың техногендік ластануы қоршаған ортаға әкелетін орасан зор залалы бойынша көш бастап тұр;

2. Қызылорда облысының топырақ ресурстары техногендік ластанудың 4 түрінен ерекше зардап шегуде: радионуклидтік ластану, мұнай және газ өндіру/өңдеу саласының қызметінен ластану, қалалардағы топырақтың ластануы, зымыран тасығыштар отынының құрам бөліктерінен ластану;

3. Топырақ жамылғысының радионуклидтік ластануы ядролық сынақтар жүргізудің, уран және мұнай-газ кен орындарын барлау мен өндірудің, радиоактивті қалдықтардың жинақталуының салдары болып табылады. Қызылорда облысының аумағында радионуклидтік ластану уран кен орындарын барлау, өндіру, тасымалдау,

өңдеу барысында байқалады. Уран рудасы облыстың оңтүстік-шығысында Жаңақорған ауданының территориясында орналасқан Сырдария провинциясының Солтүстік Қорасан, Иіркөл, Оңтүстік Қарамұрын кеніштерінен өндіріледі;

4. Мұнай-газ кен орындарын барлау, өндіру, тасымалдау, өңдеу барысында мұнай және мұнай өнімдері қоршаған ортаның компоненттері – су, ауа және топыраққа таралып, үлкен залал келтіреді. Мұнай-газ кен орындары облыстың солтүстік бөлігінде Ұлытау облысымен шекаралас аймақта орналасқан;

5. Қалалардағы топырақтың ластануына әкелетін факторлар – ауыр металдар, жылу электр орталықтары, автомобиль жанармайының түтіндері және т.б. Қазақстандағы ірі 22 қаланың экологиялық жай-күйін күнделікті мониторинг жасап, сараптап отыратын басты ұйым – «Казгидромет» РМҚ, мекеменің шығарған көпжылдық бюллетендерін сараптап, талдау барысында Қызылорда қаласының топырақ жамылғысының ластану деңгейі – 2-ші класс – «қауіпті» шамасына сәйкес келетіндігі анықталды. Бұл жерде жіті назар аударатын жайт – Сырдария өзенінің жай-күйі, себебі, өзен бойымен жоғарыда орналасқан Жаңақорған, Шиелі аудандары полиметалл (Шалқия), уран (Қорасан), цемент (Гежуба) өндірісі дамыған аймақтар болып табылады. Аталған өндіріс орындарынан дария суына келіп қосылған сарқынды сулар құрамындағы ауыр металдар, радионуклидтер өзен ағысымен төменге жылыстап-жылжып, жайылмалардың құнарлы топырағына іркіліп қалады. Нәтижесінде ірі өндіріс орны жоқ төменде орналасқан елді мекендердің топырағынан ауыр металдар табылып отыр. Бұл – өте алаңдатарлық жағдай.

6. Зымыран отынының құрамдас бөліктерімен топырақтың ластануы тіпті зымыран тасығышты ұшырудың штаттық режимінде де байқалады, апаттық жағдай орын алған кезде қоршаған ортаға, әсіресе топырақ жамылғысына төгілетін зымыран отынының мөлшері

бірнеше еселеп артып кетеді. Евразия құрлығында ең алғаш құрылып, осы күнге дейін қызмет етіп келе жатқан, «Байқоңыр» ғарыш айлағынан ұшырылатын зымырандар жанармайы компоненттерінің табиғи тепе-теңдікті бұзуы отандық, ресейлік ғалымдардан бөлек Европа құрлығы зерттеушілерінің де қызығушылығын тудырады;

7. Топырақты ластаудың аталған түрлерінің ықтимал себептерінің бірі – елімізде және мемлекетаралық деңгейде қабылданған антропогендік араласуды реттеу саласындағы нормативтік-құқықтық базаның әлсіздігі болып саналады. Бұл тұрғыда әліптің бір ұшы – инвесторларға қолайлы климат қалыптастыру мақсатымен жасалып отырған мәжбүрлі қадам.

## Әдебиеттер

- Abdibattayeva M. et al. (2019). Soil degradation due to pollution by oil and oil products and the development of a way to prevent them // *Eurasian Journal of Ecology*. – Т. 59. – №. 2. – С. 24-38.
- Akhmetov L.I. et al. (2022). Recent Advances in creating biopreparations to fight oil spills in soil ecosystems in sharply continental climate of Republic of Kazakhstan // *Processes*. – Т. 10. – №. 3. – С. 549. <https://doi.org/10.3390/pr10030549>
- Almaganbetov N., Grigoruk V. (2008). Degradation of Soil in Kazakhstan: Problems and Challenges. In: Simeonov, L., Sargsyan, V. (eds) *Soil Chemical Pollution, Risk Assessment, Remediation and Security*. NATO Science for Peace and Security Series. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8257-3\\_27](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8257-3_27)
- Askarova D.A., Glebov V.V. (2018). Level of industrial pollution by heavy metals of soils of the Republic of Kazakhstan and the Caspian region // *Современные подходы и методы в защите растений: Материалы Всероссийской НПК с международным участием*. – С. 178-179.
- Bakytzhanova B.N. et al. (2016). Geoecology of Kazakhstan: zoning, environmental status and measures for environment protection // *European Journal of Natural History*. – №. 4. – С. 17-21.
- Barber D.S. et al. (2003). Radio-Ecological Situation in River Basins of Central Asia Syrdarya and Amudarya According to the Results of the Project “Navruz”. In: Birsen, N., Kadyrzhanov, K.K. (eds) *Environmental Protection Against Radioactive Pollution*. NATO Science Series, vol 33. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-0975-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-94-007-0975-1_5)
- Baubekova A. et al. (2021). Evaluation of environmental contamination by toxic trace elements in Kazakhstan based on reviews of available scientific data. *Environ Sci Pollut Res* **28**, 43315–43328 <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14979-z>
- Bekeshev Y. et al. (2023). Influence of Hydrocarbon Rocket Fuel Kerosene T-1 on the Physical and Geochemical Properties of Different Soil Types. *Water Air Soil Pollut* **234**, 473. <https://doi.org/10.1007/s11270-023-06472-9>
- Carlsen L., Kenesova O.A., Batyrbekova S.E. (2007). A preliminary assessment of the potential environmental and human health impact of unsymmetrical dimethylhydrazine as a result of space activities // *Chemosphere*. – Т. 67. – №. 6. – С. 1108-1116. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.11.046>
- Chen L. et al. (2022). A global meta-analysis of heavy metal (loid) s pollution in soils near copper mines: Evaluation of pollution level and probabilistic health risks // *Science of the Total Environment*. V. 835. P. 155441. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155441>
- Dahl C., Kuralbayeva K. (2001). Energy and the environment in Kazakhstan // *Energy Policy*. – Т. 29. – №. 6. – С. 429-440. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00137-3](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00137-3)
- Efremov S. et al. (2021). Remediation of soil contaminated by toxic rocket fuel components using modified carbon–mineral adsorbing material produced from shungite rock modified with Mn<sup>4+</sup> and Fe<sup>3+</sup> // *Environmental Technology & Innovation*. – Т. 24. – С. 101962. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101962>
- Issanova G., Saparov A., Ustemirova A. (2014). Soil degradation and desertification processes within Kazakhstan // *ECOLOGY OF URBAN AREAS 2014*. – С. 429.
- Junusbekov M.M. et al. (2023). Ecological assessment of soil contamination by heavy metals affected in the past by the lead–zinc mining and processing complex in Kentau, Kazakhstan. *Environ. Monit. Assess*. V. 195 P. 586. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11189-7>
- Kadyrzhanov K. et al. (2005). Radionuclide contamination in the Syrdarya river basin of Kazakhstan; Results of the Navruz Project. *J Radioanal Nucl Chem* **263**, 197–205. <https://doi.org/10.1007/s10967-005-0037-x>
- Kazymbet P. et al. (2022). Assessment of the Radiation situation in the territory of settlements located near the Syrdarya Uranium Ore Province // *Journal of Pharmaceutical Negative Results*. – С. 2310-2317. <https://doi.org/10.47750/pnr.2022.13.S09.275>
- Kenessov B. et al. (2012). Transformation products of 1, 1-dimethylhydrazine and their distribution in soils of fall places of rocket carriers in Central Kazakhstan // *Science of the total environment*. – Т. 427. – С. 78-85. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.04.017>
- Koroleva T.V. et al. (2021). Ecological consequences of space rocket accidents in Kazakhstan between 1999 and 2018 // *Environmental Pollution*. – Т. 268. – С. 115711. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115711>
- Kosyakov D.S. et al. (2019). Effects of oxidant and catalyst on the transformation products of rocket fuel 1, 1-dimethylhydrazine in water and soil // *Chemosphere*. – Т. 228. – С. 335-344. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.04.141>
- Kowalska J.B. et al. (2018). Pollution indices as useful tools for the comprehensive evaluation of the degree of soil contamination – A review. *Environ Geochem Health* **40**, 2395–2420. <https://doi.org/10.1007/s10653-018-0106-z>

- Krasilnikov P. et al. (2018). Regional status of soil pollution: Eurasia // TION. – С. 17.
- Ma L. et al. (2019). Spatial and Vertical Variations and Heavy Metal Enrichments in Irrigated Soils of the Syr Darya River Watershed, Aral Sea Basin, Kazakhstan. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 16, 4398. <https://doi.org/10.3390/ijerph16224398>
- Ramazanov E., Lee S.H., Lee W. (2021). Stochastic risk assessment of urban soils contaminated by heavy metals in Kazakhstan // *Science of The Total Environment*. – Т. 750. – С. 141535. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141535>
- Salim Y. et al. (2023). Soil Pollution with Heavy Metals in the Turkestan Region // *Journal of Ecological Engineering*. V. 24. No. 2. P. 31-38. <https://doi.org/10.12911/22998993/156801>
- Saparov A. (2014). Soil Resources of the Republic of Kazakhstan: Current Status, Problems and Solutions. In: Mueller, L., Saparov, A., Lischeid, G. (eds) *Novel Measurement and Assessment Tools for Monitoring and Management of Land and Water Resources in Agricultural Landscapes of Central Asia*. Environmental Science and Engineering). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-01017-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-01017-5_2)
- Suska-Malawska M. et al. (2022). Spatial and In-Depth Distribution of Soil Salinity and Heavy Metals (Pb, Zn, Cd, Ni, Cu) in Arable Irrigated Soils in Southern Kazakhstan // *Agronomy*. – Т. 12. – №. 5. – С. 1207. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051207>
- Woszczyk M., Spychaliski W., Boluspaeva L. (2018). Trace metal (Cd, Cu, Pb, Zn) fractionation in urban-industrial soils of Ust-Kamenogorsk (Oskemen), Kazakhstan—implications for the assessment of environmental quality // *Environ. Monit. Assess.* V. 190. P. 362. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6733-0>
- Zhailaubai Z. et al. (2018). Resistance of solonchaks soils to rocket and space activity impact in central Kazakhstan // *Book of Abstracts*. – IT.
- Zhanbekov K., Akhmetov A., Vundo A. (2019). Twelve-year monitoring results of radioactive pollution in the Kazakh part of the Syrdarya river basin // *Environment and Natural Resources Journal*; 17(1). – PP. 44-53. <https://doi.org/10.32526/enrj.17.1.2019.05>
- Zhubatov Z.K. et al. (2016). Fast Determination of 1-Methyl-1H-1,2,4-triazole in Soils Contaminated by Rocket Fuel Using Solvent Extraction, Isotope Dilution and GC–MS. *Chromatographia* 79, 491–499. <https://doi.org/10.1007/s10337-016-3054-8>
- Бисариева Ш.С. и др. (2012). Экологическая оценка последствий аварийного падения РКН РС-20» Днепр» в Кызылординской области // *Гидрометеорология и экология*. – №. 2 (65). – С. 108-116.
- Бузмаков С.А. (2013). Восстановление земель при различных уровнях загрязнения нефтью // *Записки горного института*. – Т. 203. – С. 128-132.
- Вестник Казгидромета. (2015-2023). Экологический информационный бюллетень Республики Казахстан за 2015-2023 гг. РГП «Казгидромет». МЭ РК.
- Габлин В.А. (2014). Радиационная оценка объектов литомониторинга на урбанизированных территориях // *Теория и методы*. Дисс... доктора г.-м.н.
- Ермуханова Н.Б., Керимбекова З.М., Танжарыков П.А. (2018). Оценка почвенного покрова на территории нефтяного месторождения Калжан, в период пробной эксплуатации скважин // *Integration of the Scientific Community to the Global Challenges of Our Time*. – С. 250-256.
- Жанбеков Х.Н., Мукатаева Ж.С., Байсеитова Ж.Н. (2007). Экологические проблемы в низовьях реки Сырдарьи // *Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан*. – Т. 2. – С. 111-115.
- Идрисова Д.Т. и др. (2014). Изучение влияния органоминеральных удобрений на очистку почв с разной степенью нефтезагрязнения в лабораторных условиях // *Современные проблемы науки и образования*. – №. 6. – С. 1421-1421.
- Идрисова Д.Т. и др. (2014). Исследование процессов биоремедиации почв с разной степенью нефтезагрязнения Кызылординской области в полевых условиях // *Фундаментальные исследования*. – №. 12-8. – С. 1668-1671.
- Кайруллова М.А., Кашкинбаев Е.Т. (2023). Оценка миграции урана по пищевой цепи в уранодобывающих регионах // *Научный аспект*. Самара: «Аспект». № 9. Т. 8. С. 995-1008. ББК 1 Н 34.
- Касимов Н.С., Кречетов П.П., Королева Т.В. (2006). Экспериментальное изучение поведения ракетного топлива в почвах // *Доклады академии наук*. – Федеральное государственное бюджетное учреждение» Российская академия наук». – Т. 408. – №. 5. – С. 668-670.
- Кужамбердиева С.Ж. и др. (2018). Рекультивация нефтезагрязненных земель с использованием органоминеральных удобрений в аридной зоне Республики Казахстан // *Международный научный сельскохозяйственный журнал*. – №. 1-4. – С. 82-87.
- Нарманова Р.А., Аппазов Н.О., Керейтбаева Н.С. (2016). Загрязнение углеводородами нефти почвы в зоне влияния предприятий нефтяной отрасли // *Научный альманах*. – №. 4-3. – С. 425-429.
- Пирманова Ж.М. и др. (2015). Изучение состава нефти в загрязненных образцах почвы Южно-Тургайского прогиба // *Современные проблемы науки и образования*. – №. 1-1. – С. 1983-1983.
- Ревич Б.А., Сагит Ю.Е., Смирнова Р.С. (1990). Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве // М.: ИМГРЭ. – С. 8-15.
- Тіршілік ету ортасының қауіпсіздігіне арналған гигиеналық нормативтерді бекіту туралы бұйрық // ҚР ДСМ 21.04.2021, № ҚР ДСМ -32 бұйрығы. ҚР ЭМ 2021 жылғы 22 сәуірде № 22595 болып тіркелді
- Туякбаева А.У. и др. (2012). Изучение влияния органоминеральных удобрений на нефтезагрязненную почву месторождения «Кенлык» Кызылординской области в лабораторных условиях // *Вестник КазНУ. Серия биологическая*. – Т. 55. – №. 3. – С. 128-134.
- Фунтикова Т.В. и др. (2014). Выделение и характеристика микроорганизмов-нефтедеструкторов, перспективных для биоремедиации почв, загрязненных преимущественно твердыми н-алканами // *Актуальная биотехнология*. – №. 3. – С. 114-116.

Хахимов Н. и др. (2005). Источники загрязнения реки Сырдарья естественными и искусственными радионуклидами // Радиозоологический мониторинг биосреды и радиационная безопасность Таджикистана. Сборник научных статей. – С. 37-41.

Шкаева И.Е. и др. (2010). Обоснование гигиенического стандарта безопасности (ПДК) несимметричного диметилгидразина в почве // Мир науки, культуры, образования. – №. 5. – С. 267-271.

Шорабаев Е.Ж., Туякбаева А.У., Мухамедова Н.С. (2013). Изучение влияния органо-минеральных удобрений на самоочищающейся способности нефтезагрязненных почв // Вестник КазНУ. Серия биологическая. – Т. 59. – №. 3/1. – С. 220-223.

## References

Abdibattayeva M. et al. (2019). Soil degradation due to pollution by oil and oil products and the development of a way to prevent them // Eurasian Journal of Ecology. – Т. 59. – №. 2. – С. 24-38.

Akhmetov L.I. et al. (2022). Recent Advances in creating biopreparations to fight oil spills in soil ecosystems in sharply continental climate of Republic of Kazakhstan // Processes. – Т. 10. – №. 3. – С. 549. <https://doi.org/10.3390/pr10030549>

Almaganbetov N., Grigoruk V. (2008). Degradation of Soil in Kazakhstan: Problems and Challenges. In: Simeonov, L., Sargsyan, V. (eds) Soil Chemical Pollution, Risk Assessment, Remediation and Security. NATO Science for Peace and Security Series. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8257-3\\_27](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8257-3_27)

Askarova D.A., Glebov V.V. (2018). Level of industrial pollution by heavy metals of soils of the Republic of Kazakhstan and the Caspian region // Sovremennye podhody i metody v zashhite rastenij: Materialy Vserossijskoj NPK s mezhdunarodnym uchastiem. – S. 178-179.

Bakytzhanova B.N. et al. (2016). Geoecology of Kazakhstan: zoning, environmental status and measures for environment protection // European Journal of Natural History. – №. 4. – С. 17-21.

Barber D.S. et al. (2003). Radio-Ecological Situation in River Basins of Central Asia Syrdarya and Amudarya According to the Results of the Project “Navruz”. In: Birsen, N., Kadyrzhanov, K.K. (eds) Environmental Protection Against Radioactive Pollution. NATO Science Series, vol 33. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-0975-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-94-007-0975-1_5)

Baubekova A. et al. (2021). Evaluation of environmental contamination by toxic trace elements in Kazakhstan based on reviews of available scientific data. Environ Sci Pollut Res 28, 43315–43328 <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14979-z>

Bekeshev Y. et al. (2023). Influence of Hydrocarbon Rocket Fuel Kerosene T-1 on the Physical and Geochemical Properties of Different Soil Types. Water Air Soil Pollut 234, 473. <https://doi.org/10.1007/s11270-023-06472-9>

Bisarieva Sh.S. i dr. (2012). Jekologicheskaja ocenka posledstvij avariynogo padenija RKN RS-20 “Dnepr” v Kyzylordinskoj oblasti (Environmental assessment of the consequences of the emergency fall of the RCN RS-20 “Dnepr” in the Kyzylorda region) // Gidrometeorologija i jekologija. – №. 2 (65). – С. 108-116.

Buzmakov S.A. (2013). Vosstanovlenie zemel’ pri razlichnyh urovnjah zagrjaznenija neft’ju (Land restoration at various levels of oil pollution) // Zapiski gornogo instituta. – Т. 203. – С. 128-132.

Carlsen L., Kenesova O.A., Bатыrbekова S.E. (2007). A preliminary assessment of the potential environmental and human health impact of unsymmetrical dimethylhydrazine as a result of space activities // Chemosphere. – Т. 67. – №. 6. – С. 1108-1116. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.11.046>

Chen L. et al. (2022). A global meta-analysis of heavy metal (loid) s pollution in soils near copper mines: Evaluation of pollution level and probabilistic health risks // Science of the Total Environment. V. 835. P. 155441. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155441>

Dahl C., Kuralbayeva K. (2001). Energy and the environment in Kazakhstan // Energy Policy. – Т. 29. – №. 6. – С. 429-440. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00137-3](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00137-3)

Efremov S. et al. (2021). Remediation of soil contaminated by toxic rocket fuel components using modified carbon–mineral adsorbing material produced from shungite rock modified with Mn<sup>4+</sup> and Fe<sup>3+</sup> // Environmental Technology & Innovation. – Т. 24. – S. 101962. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101962>

Ermuhanova N.B., Kerimbekova Z.M., Tanzharykov P.A. (2018). Ocenka pochvennogo pokrova na territorii neftjanogo mestorozhdenija Kalzhan, v period probnoj jekspluatcii skvazhin (Assessment of the soil cover on the territory of the Kalzhan oil field, during the trial operation of wells) // Integration of the Scientific Community to the Global Challenges of Our Time. – С. 250-256.

Funtikova T.V. i dr. (2014). Vydelenie i harakteristika mikroorganizmov-neftedestruktorov, perspektivnyh dlja bioremediacii pochv, zagrjaznennyh preimushhestvenno tverdymi n-alkanami (Isolation and characterization of petro-destructor microorganisms promising for bioremediation of soils contaminated mainly with solid n-alkanes) // Aktual’naja biotekhnologija. – №. 3. – С. 114-116.

Gablin V.A. (2014). Radiacionnaja ocenka ob’ektov litomonitoringa na urbanizirovannyh territorijah (Radiation assessment of lithomonitoring facilities in urbanized areas) // Teorija i metody. Diss... doktora g.-m.n.

Hakimov N. i dr. (2005). Istochniki zagrjaznenija reki Syrdar’i estestvennymi i iskusstvennymi radionuklidami (Sources of pollution of the Syrdarya River by natural and artificial radionuclides) // Radiojekologicheskij monitoring biosredy i radiacionnaja bezopasnost’ Tadjikistana. Sbornik nauchnyh statej. – С. 37-41.

Idrisova D.T. i dr. (2014). Issledovanie processov bioremediacii pochv s raznoj stepen’ju neftezagrjaznenija Kyzylordinskoj oblasti v polevyh uslovijah (Investigation of the processes of bioremediation of soils with varying degrees of oil pollution in the Kyzylorda region in the field) // Fundamental’nye issledovanija. – №. 12-8. – С. 1668-1671.

Idrisova D.T. i dr. (2014). Izuchenie vlijanija organomineral'nyh udobrenij na ochistku pochv s raznoj stepen'ju neftezagriznenija v laboratornyh usloviyah (To study the effect of organomineral fertilizers on the purification of soils with varying degrees of oil pollution in laboratory conditions) // *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*. – №. 6. – S. 1421-1421.

Issanova G., Saparov A., Ustemirova A. (2014). Soil degradation and desertification processes within Kazakhstan // *ECOLOGY OF URBAN AREAS 2014*. – S. 429.

Junusbekov M.M. et al. (2023). Ecological assessment of soil contamination by heavy metals affected in the past by the lead-zinc mining and processing complex in Kentau, Kazakhstan. *Environ. Monit. Assess.* V. 195 P. 586. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11189-7>

Kadyrzhanov K. et al. (2005). Radionuclide contamination in the Syrdarya river basin of Kazakhstan; Results of the Navruz Project. *J Radioanal Nucl Chem* 263, 197–205. <https://doi.org/10.1007/s10967-005-0037-x>

Kajrullova M.A., Kashkinbaev E.T. (2023). Ocenka migracii urana po pishhevoj cepi v uranodobyvajushhih regionah (Assessment of uranium migration along the food chain in uranium mining regions) // *Nauchnyj aspekt*. Samara: «Aspekt». № 9. T. 8. S. 995-1008. BBK 1 N 34.

Kasimov N.S., Krechetov P.P., Koroleva T.V. (2006). Jeksperimental'noe izuchenie povedenija raketnogo topliva v pochvah (Experimental study of the behavior of rocket fuel in soils) // *Doklady akademii nauk. – Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe uchrezhdenie "Rossijskaja akademija nauk"*. – T. 408. – №. 5. – S. 668-670.

Kazymbet P. et al. (2022). Assessment of the Radiation situation in the territory of settlements located near the Syrdarya Uranium Ore Province // *Journal of Pharmaceutical Negative Results*. – S. 2310-2317. <https://doi.org/10.47750/pnr.2022.13.S09.275>

Kenessov B. et al. (2012). Transformation products of 1, 1-dimethylhydrazine and their distribution in soils of fall places of rocket carriers in Central Kazakhstan // *Science of the total environment*. – T. 427. – S. 78-85. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.04.017>

Koroleva T.V. et al. (2021). Ecological consequences of space rocket accidents in Kazakhstan between 1999 and 2018 // *Environmental Pollution*. – T. 268. – S. 115711. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115711>

Kosyakov D.S. et al. (2019). Effects of oxidant and catalyst on the transformation products of rocket fuel 1, 1-dimethylhydrazine in water and soil // *Chemosphere*. – T. 228. – S. 335-344. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.04.141>

Kowalska J.B. et al. (2018). Pollution indices as useful tools for the comprehensive evaluation of the degree of soil contamination – A review. *Environ Geochem Health* 40, 2395–2420. <https://doi.org/10.1007/s10653-018-0106-z>

Krasilnikov P. et al. (2018). Regional status of soil pollution: Eurasia // *TION*. – S. 17.

Kuzhamberdieva S.Zh. i dr. (2018). Rekul'tivacija neftezagriznennyh zemel' s ispol'zovaniem organomineral'nyh udobrenij v aridnoj zone Respubliki Kazahstan (Reclamation of oil-contaminated lands using organic fertilizers in the arid zone of the Republic of Kazakhstan) // *Mezhdunarodnyj nauchnyj sel'skohozjajstvennyj zhurnal*. – №. 1-4. – S. 82-87.

Ma L. et al. (2019). Spatial and Vertical Variations and Heavy Metal Enrichments in Irrigated Soils of the Syr Darya River Watershed, Aral Sea Basin, Kazakhstan. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 16, 4398. <https://doi.org/10.3390/ijerph16224398>

Narmanova R.A., Appazov N.O., Kerejbaeva N.S. (2016). Zagriznenie uglevodorodami nefi pochvy v zone vlijanija predpriyatij nefjanoy otrasli (Oil hydrocarbon pollution of the soil in the zone of influence of oil industry enterprises) // *Nauchnyj al'manah*. – №. 4-3. – S. 425-429.

Pirmanova Zh.M. i dr. (2015). Izuchenie sostava nefi v zagriznennyh obrazcah pochvy Juzhno-Turgajskogo progiba (Study of the composition of oil in contaminated soil samples of the South Turgai trough) // *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*. – №. 1-1. – S. 1983-1983.

Ramazanov E., Lee S.H., Lee W. (2021). Stochastic risk assessment of urban soils contaminated by heavy metals in Kazakhstan // *Science of The Total Environment*. – T. 750. – S. 141535. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141535>

Revich B.A., Saet Ju.E., Smirnova R.S. (1990). Metodicheskie rekomendacii po ocenke stepeni zagriznenija atmosfernogo vozduha naselennyh punktov metallami po ih sodержaniyu v snezhnom pokrove i pochve (Methodological recommendations for assessing the degree of atmospheric air pollution of populated areas by metals based on their content in snow cover and soil) // *M.: IMGRJe*. – S. 8-15.

Salim Y. et al. (2023). Soil Pollution with Heavy Metals in the Turkestan Region // *Journal of Ecological Engineering*. V. 24. No. 2. P. 31-38. <https://doi.org/10.12911/22998993/156801>

Saparov A. (2014). Soil Resources of the Republic of Kazakhstan: Current Status, Problems and Solutions. In: Mueller, L., Saparov, A., Lischeid, G. (eds) *Novel Measurement and Assessment Tools for Monitoring and Management of Land and Water Resources in Agricultural Landscapes of Central Asia*. Environmental Science and Engineering). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-01017-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-01017-5_2)

Shkaeva I.E. i dr. (2010). Obosnovanie gigenicheskogo standarta bezopasnosti (PDK) nesimmetrichnogo dimetilgidrazina v pochve (Justification of the hygienic safety standard (MPC) of asymmetric dimethylhydrazine in soil) // *Mir nauki, kul'tury, obrazovanija*. – №. 5. – S. 267-271.

Shorabaev E.Zh., Tujakbaeva A.U., Muhamedova N.S. (2013). Izuchenie vlijanija organo-mineral'nyh udobrenij na samoochishhajushhejsja sposobnosti neftezagriznennyh pochv (Study of the effect of organo-mineral fertilizers on the self-cleaning ability of oil-contaminated soils) // *Vestnik KazNU. Serija biologicheskaja*. – T. 59. – №. 3/1. – S. 220-223.

Suska-Malawska M. et al. (2022). Spatial and In-Depth Distribution of Soil Salinity and Heavy Metals (Pb, Zn, Cd, Ni, Cu) in Arable Irrigated Soils in Southern Kazakhstan // *Agronomy*. – T. 12. – №. 5. – S. 1207. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051207>

Tirshilik etu ortasynyng qauipsizdigine arnalghan gigenalyq normativterdi bekitu turaly bujryq (Order on approval of hygienic standards for Habitat safety) // *QR DSM 21.04.2021, № QR DSM -32 bujrygy. QR AM 2021 zhylghy 22 sauirde № 22595 bolyp tirkeldi*

Tujakbaeva A.U. i dr. (2012). Izuchenie vlijaniya organomineral'nyh udobrenij na neftezagriznennuju pochvu mestorozhdenija «Kenlyk» Kyzylordinskoj oblasti v laboratornyh uslovijah (Study of the effect of organomineral fertilizers on the oil-contaminated soil of the Kenlyk deposit of the Kyzylorda region in laboratory conditions) // Vestnik KazNU. Serija biologicheskaja. – T. 55. – № 3. – S. 128-134.

Vestnik Kazgidrometa. (2015-2023). Jekologicheskij informacionnyj bjulleten' Respubliki Kazahstan za 2015-2023 gg. (Environmental Information Bulletin of the Republic of Kazakhstan for 2015-2023) RGP «Kazgidromet». MJe RK.

Woszczyk M., Spychalski W., Boluspaeva L. (2018). Trace metal (Cd, Cu, Pb, Zn) fractionation in urban-industrial soils of Ust-Kamenogorsk (Oskemen), Kazakhstan—implications for the assessment of environmental quality // Environ. Monit. Assess. V. 190. P. 362. <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6733-0>

Zhailaubai Z. et al. (2018). Resistance of solonchaks soils to rocket and space activity impact in central Kazakhstan // Book of Abstracts. – IT.

Zhanbekov H.N., Mukataeva Zh.S., Bajseitova Zh.N. (2007). Jekologicheskie problemy v nizov'jah reki Syrdar'i (Environmental problems in the lower reaches of the Syrdarya River) // Doklady Nacional'noj akademii nauk Respubliki Kazahstan. – T. 2. – S. 111-115.

Zhanbekov K., Akhmetov A., Vundo A. (2019). Twelve-year monitoring results of radioactive pollution in the Kazakh part of the Syrdarya river basin // Environment and Natural Resources Journal; 17(1). – RR. 44-53. <https://doi.org/10.32526/enrj.17.1.2019.05>

Zhubatov Z.K. et al. (2016). Fast Determination of 1-Methyl-1H-1,2,4-triazole in Soils Contaminated by Rocket Fuel Using Solvent Extraction, Isotope Dilution and GC–MS. Chromatographia 79, 491–499. <https://doi.org/10.1007/s10337-016-3054-8>

#### **Авторлар туралы мәлімет:**

Сиханова Нургуль Сагиндыковна – PhD, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті «Электр энергетикасы, техносфералық қауіпсіздік және экология» БББ қауымдастырылған профессоры м.а., (Қызылорда, Қазақстан, e-mail: [sihanova.nurgul@mail.ru](mailto:sihanova.nurgul@mail.ru))

Шынбергенев Ерлан Алимжавович – PhD, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті «Су шаруашылығы және жерге орналастыру» БББ аға оқытушысы (Қызылорда, Қазақстан, e-mail: [shynbergebov.erlan@mail.ru](mailto:shynbergebov.erlan@mail.ru))

Нургабылова Агила Шараповна – т.ғ.м., Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті «Электр энергетикасы, техносфералық қауіпсіздік және экология» БББ лаборанты (Қызылорда, Қазақстан, e-mail: [ekchoo@mail.ru](mailto:ekchoo@mail.ru))

#### **Информация об авторах:**

Сиханова Нургуль Сагиндыковна – PhD, и. о. ассоциированного профессора ОП электроэнергетики, техносферной безопасности и экологии Кызылординского университета имени Коркыт Ата (Кызылорда, Казахстан, e-mail: [sihanova.nurgul@mail.ru](mailto:sihanova.nurgul@mail.ru))

Шынбергенев Ерлан Алимжавович – PhD, старший преподаватель ОП водного хозяйства и землеустройства Кызылординского университета имени Коркыт Ата (Кызылорда, Казахстан, e-mail: [shynbergebov.erlan@mail.ru](mailto:shynbergebov.erlan@mail.ru))

Нургабылова Агила Шараповна – магистр наук, лаборант ОП электроэнергетики, техносферной безопасности и экологии Кызылординского университета имени Коркыт Ата (Кызылорда, Казахстан, e-mail: [ekchoo@mail.ru](mailto:ekchoo@mail.ru))

#### **About the authors:**

Sihanova Nurgul Sagindykovna – PhD, Acting Associate Professor of the EP Electric Power Engineering, Technosphere Safety and Ecology of the Kyzylorda University named after Korkyt Ata (Kyzylorda, Kazakhstan, e-mail: [sihanova.nurgul@mail.ru](mailto:sihanova.nurgul@mail.ru))

Shynbergenov Erlan Alimzhavovich – PhD, Senior Lecturer of the EP Water Management and Land Management of the Kyzylorda University named after Korkyt Ata (Kyzylorda, Kazakhstan, e-mail: [shynbergebov.erlan@mail.ru](mailto:shynbergebov.erlan@mail.ru))

Nurgabylova Agila Sharapovna – Master of Science, Laboratory Assistant of the EP Electric Power Engineering, Technosphere Safety and Ecology of the Kyzylorda University named after Korkyt Ata (Kyzylorda, Kazakhstan, e-mail: [ekchoo@mail.ru](mailto:ekchoo@mail.ru))

Жіберілді: 03 сәуір 2024 жыл  
Қабылданды: 09 маусым 2025 жыл