

М.Ж. Бегалиева <sup>1\*</sup>, С.Т. Солтабаева <sup>1</sup>,  
Н.С. Доненбаева <sup>2</sup>, А. Саулембаев <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Қ. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

<sup>2</sup>Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

<sup>3</sup>Өзбекәлі Жәнібеков атындағы Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті, Шымкент, Қазақстан

\*e-mail: maira\_010591@mail.ru

## ЖЕРДІҢ ШАРУАШЫЛЫҚҚА ЖАРАМДЫЛЫҒЫН КЕШЕНДІ МОНИТОРИНГТАУ

Мақалада жердің ауыл шаруашылығына жарамдылығын кешенді мониторингтеу мәселелері қарастырылады. Зерттеудің негізгі мақсаты жер ресурстарының қазіргі жай-күйін бағалау және олардың ауыл шаруашылығына тиімді және экологиялық қауіпсіз пайдалану үшін әлеуетін анықтау болып табылады. Жердің шаруашылыққа жарамдылығын кешенді мониторингтау – жер ресурстарының сапасын, өнімділігін және экологиялық жағдайын жан-жақты бағалауға бағытталған ғылыми-тәжірибелік процесс. Бұл мониторинг топырақтың физикалық-химиялық қасиеттерін, климаттық жағдайларды, су ресурстарын, жер бедерін және өсімдік жамылғысын зерттеуді қамтиды. Мониторинг барысында топырақ құнарлылығының көрсеткіштері, агроэкологиялық жағдайлар, климаттық факторлар, жердің тозу дәрежесі және антропогендік әсер талданады. Негізгі мақсат – жерді тиімді пайдалану мүмкіндіктерін анықтап, ауыл шаруашылығының тұрақты дамуын қамтамасыз ету. Мақалада, Семей облысының бұрын ядролық сынақ полигонына айналған жер учаскелерін шаруашылық айналымға жіберу мақсатында жүргізілген кешенді (ғарыштық, геодезиялық, радиоэкологиялық) мониторингтің нәтижелері келтірілген. «Балапан» және «Телкем» сынақ учаскелерінде жүргізілген геодезиялық мониторингтің нәтижелері геоақпараттық жүйеде (ГАЗ) өңделіп, картографиялық өнімдер алынды. Нәтижесінде жер бетінің деформациясы, температуралық аномалиялар және радиоактивтік ластану деңгейлері анықталып, бағалауыш экологиялық карталар жасалды. Алынған нәтижелер ядролық сынақтардың зардап шеккен жер учаскелерін, бағалауда және радиациялық қауіпсіз деп танылып, қолдануға ұсыныстар әзірлеуде негіз болды. Зерттеу нәтижелері топырақ құнарлылығын арттыру, эрозия мен шөлейттенудің алдын алу, сондай-ақ экологиялық қауіптерді азайту бойынша нақты ұсыныстар жасауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұл процесс жер ресурстарын ұтымды басқаруға, ауыл шаруашылығы дақылдарын дұрыс орналастыруға және табиғи ресурстарды сақтауға ықпал етеді. Кешенді мониторинг жердің ұзақ мерзімді өнімділігін сақтаудың маңызды құралы болып табылады.

**Түйін сөздер:** жерасты ядролық жарылысы, кешенді мониторинг, геоақпараттық жүйелер, ғарыштық мониторинг, геодезиялық мониторинг, радиоэкологиялық жағдай, экологиялық карталар.

M.Zh. Begaliyeva<sup>1\*</sup>, S.T. Soltabaeva<sup>2</sup>,  
N.S. Donenbayeva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Satbayev Kazakh National Research technical university, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

<sup>3</sup>South Kazakhstan Pedagogical University named after Ozbekali Zhanibekov, Shymkent, Kazakhstan

\*e-mail: maira\_010591@mail.ru

### Comprehensive monitoring of agricultural land suitability

This article examines the comprehensive monitoring of land suitability for agriculture. The primary objective of the study is to assess the current state of land resources and determine their potential for efficient and environmentally sound agricultural use. Comprehensive land suitability monitoring is a scientific and practical process aimed at a comprehensive assessment of the quality, productivity, and environmental status of land resources. This monitoring includes the study of the physicochemical properties of soil, climate conditions, water resources, topography, and vegetation. The analysis takes into account soil fertility, agro-ecological conditions, climatic factors, the degree of land degradation, and anthropogenic impact. The primary goal is to identify opportunities for efficient land use and sustain-

able agricultural development. This article presents the results of a comprehensive (space, geodetic, and radioecological) survey of the Semipalatinsk Region, conducted to permit the agricultural use of land plots formerly used as nuclear test sites. The results of geodetic monitoring conducted at the Balapan and Telkem test sites were processed in a geographic information system (GIS), and cartographic products were generated. This revealed surface deformations, temperature anomalies, and levels of radioactive contamination, and produced environmental assessment maps. The results formed the basis for the assessment and development of proposals for the use of land plots affected by nuclear tests that were deemed radiation-safe. The study's results allow for specific recommendations to improve soil fertility, prevent erosion and desertification, and mitigate environmental risks. Furthermore, this process promotes rational land management, appropriate crop placement, and the conservation of natural resources. Comprehensive monitoring is an essential tool for maintaining long-term soil productivity.

**Keywords:** underground nuclear explosion, integrated monitoring, geoinformation systems, space monitoring, geodetic monitoring, radioecological situation, environmental maps.

М.Ж. Бегалиева<sup>1\*</sup>, С.Т. Солтабаева<sup>1</sup>,  
Н.С. Доненбаева<sup>2</sup>, А. Саулембаев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный исследовательский технический университет  
им. К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

<sup>3</sup>Южно-Казахстанский педагогический университет имени Өзбекәлі Жәнібекова, Шымкент, Казахстан  
\*e-mail: maira\_010591@mail.ru

### Комплексный мониторинг пригодности земель для сельского хозяйства

В статье рассматриваются вопросы комплексного мониторинга пригодности земель для сельского хозяйства. Основной целью исследования является оценка текущего состояния земельных ресурсов и определение их потенциала для эффективного и экологически безопасного использования в сельском хозяйстве. Комплексный мониторинг хозяйственной пригодности земель – научно-практический процесс, направленный на всестороннюю оценку качества, продуктивности и экологического состояния земельных ресурсов. Этот мониторинг включает изучение физико-химических свойств почвы, климатических условий, водных ресурсов, рельефа и растительности. В ходе мониторинга анализируются показатели плодородия почв, агроэкологические условия, климатические факторы, степень деградации земель и антропогенное воздействие. Основная цель – определить возможности эффективного землепользования и обеспечить устойчивое развитие сельского хозяйства. В статье приведены результаты комплексного (космического, геодезического, радиоэкологического) мониторинга Семипалатинской области, проводимого с целью допуска в хозяйственный оборот земельных участков, ранее ставших ядерными испытательными полигонами. Результаты геодезического мониторинга, проведенного на испытательных участках «Балапан» и «Телкем», обработаны в геоинформационной системе (ГИС) и получены картографические продукты. В результате были выявлены деформации земной поверхности, температурные аномалии и уровни радиоактивного загрязнения, составлены оценочные экологические карты. Полученные результаты легли в основу оценки и разработки предложений по применению земельных участков, пострадавших от ядерных испытаний, признанных радиационно безопасными. Результаты исследования позволяют дать конкретные рекомендации по повышению плодородия почв, предотвращению эрозии и опустынивания, а также снижению экологических рисков. Кроме того, этот процесс способствует рациональному управлению земельными ресурсами, правильному размещению сельскохозяйственных культур и сохранению природных ресурсов. Комплексный мониторинг является важным инструментом для поддержания долгосрочной продуктивности земли.

**Ключевые слова:** подземный ядерный взрыв, комплексный мониторинг, геоинформационные системы, космический мониторинг, геодезический мониторинг, радиоэкологическая обстановка, экологические карты.

### Кіріспе

Қазақстанның экологиялық жүйелері антропогендік әсерлерге төзімділігінің төмендігімен сипатталады. Ел аумағының шамамен 75%-ы (Арал теңізі өңірі, Семей ядролық сынақ поли-

гоны, Каспий теңізі жағалауы, Орталық және Оңтүстік Қазақстанның шөл және шөлейт жайылымдары және басқа да аумақтар) экологиялық тұрақсыздану қаупі жоғары аймақтарға жатады. Семей ядролық сынақ полигоны 40 жылдан астам уақыт аралығында 500-дей жерасты және

жер бетінде әртүрлі жарылыстар болғаны мәлім. Онда 40 жыл бойы ядролық қаруды сынау аймағы болған. Осыған байланысты қазіргі таңда «Сынақ алаңы», «Балапан» және «Дегелен» сынақ-тәжірибе алаңдары, «Атом» көлі сияқты ескерткіштер бар. (Султангазина У.М., 2002: 488)

Содан бері қанша жыл өтсе де, Семей полигонының жері әлі де байырғы табиғи қалпына келген жоқ. Экологтардың 2011 жылғы мәліметтеріне жүгінсек, полигон құрамына жататын жердің 95 пайызы ауыл шаруашылығына беру туралы жобаға (ҚР ҰЯО даярлаған) қарсы екендіктерін мәлімдейді. Себебі, жоба даярлаушылар радиоактивті нуклидтер (цезий, стронций, тритий және плутоний) мөлшері азайды деген пікірде. Солардың ішіндегі ең қауіптісі және ұзақ жылдар бойы сақталатыны – «плутоний» элементі екендігі баршаға мәлім. Полигонның кейбір учаскелері зерттелуде, радиоактивті қалдықтарды жою және жерді қайта өңдеу бойынша жұмыстар жүргізілуде. Семей ядролық полигонының көп аумақтары топырақ, су және ауа радионуклидтермен едәуір ластанды. Ластанған жерлер мен полигонға іргелес радионуклидтік шөгінділердің әсеріне ұшыраған аумақтар ауыл шаруашылығында, өнеркәсіпте және басқа да салаларда пайдалануға жарамдылығы түрғысынан тұрақты бақылауды және бағалауды талап етіп отыр (Султангазин У.М., Закарин Э.А., 2000: 53). Семей ядролық полигон аумағының бір бөлігі шаруашылық мақсаттағы жер пайдалануға беріліп отырғандықтан, бұл аумақтарда шаруашылық қызметті қауіпсіз жүргізу жөніндегі кешенді зерттеулер жүргізу және тиісті іс-шараларды әзірлеу маңызды мәселе болып отыр.

Табиғи ортаның деградациясына қатысты кейінгі өзгерістерді уақытылы анықтау, оның қарқыны мен аумағын бағалау, жағымсыз үдерістердің алдын алу және жағдайды тұрақтандыру үшін осы өңірлердің жай-күйіне жедел бақылау жүргізу қажет. Қазақстан аумағының орасан зор көлемін, көптеген аудандардың қолжетімсіздігін және қазіргі жағдайдағы қаржыландырудың шектеулілігін ескере отырып, мұндай бақылауды тек кешенді зерттеулерге (ғарыштық мониторинг пен жерүсті бақылауларына) сүйене отырып тиімді түрде ұйымдастыруға болады.

### **Зерттеудің мақсаты мен әдістемесі**

Кешенді мониторинг (ғарыштық, геодезиялық және радиоэкологиялық) негізінде Семей ядролық сынақ полигоны аумағының деформа-

циялық және радиациялық жағдайын бағалау, сондай-ақ жерлерді халық шаруашылығында қауіпсіз пайдалану мүмкіндігін зерттеу.

*Зерттеу әдістемесі.* Семей ядролық сынақ полигоны аумақтарының жай-күйіндегі кейінгі өзгерістерді уақытылы анықтау, табиғи ортаның деградациясын бағалау, теріс үдерістердің алдын алу және жағдайды тұрақтандыру мақсатында Жерді қашықтан зондтауды (ЖҚЗ), сондай-ақ геоэкологиялық зерттеулерді геодезиялық сүйемелдеуді қамтитын кешенді мониторинг жүргізу ең тиімді тәсіл болып табылады. Кешенді мониторингтің негізгі міндеті – геоақпараттық жүйелерді (ГАЗ) пайдалану негізінде қалыптастырылатын бірыңғай ақпараттық кеңістік құру.

### **Зерттеу нәтижелері және оларды талдау**

Семей сынақ полигонын зерттеуге көптеген ғылыми жұмыстар арналған. Десекте, олар ғылыми-зерттеулерден практикалық деңгейге көшетін арнайы ақпараттық жүйеде жүргізілмеген. Бұл жағдайда ең тиімді шешім – геоақпараттық жүйені (ГАЗ) құру. Мұндай жүйеде қолда бар деректерді сақтауға және оларға жеңіл қолжетімділікті қамтамасыз етуге ғана емес, сонымен қатар модельдеу жұмыстарын жүргізуге мүмкіндік береді. Модельдеу нәтижелерін зерттелетін аймақтың географиялық және ғарыштық түсірілімдерімен біріктіруге болады.

*3.1 Ғарыштық мониторинг.* Ғарыштық түсірілімдерді өңдеу барысында бірқатар қызықты нәтижелер алынды, соның ішінде СИП аумағында температуралық аномалиялар анықталды. Бұл аномалиялар ел ішінде де, шетелде де айтарлықтай резонанс тудырды.

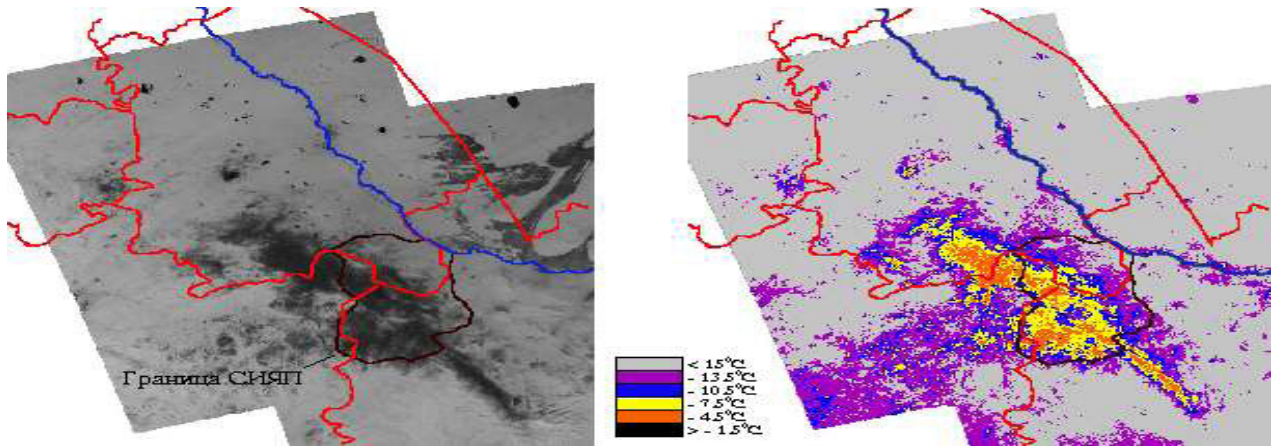
Ғарыштық түсірілімдерді өңдеу барысында бірқатар маңызды нәтижелер алынды, соның ішінде СИП аумағында температуралық аномалиялардың анықталуы. Қыс мезгілінде қар жамылғысы жоқ учаскелер (1-сурет) және жазғы кезеңде өсімдік жамылғысынан айырылған аумақтар айқындалды. Температуралық карталарда дақ шегінде температура-сы жоғарылаған (8–9 °С-қа дейін) учаскелер анық байқалады. (Nurpeissova, Umirbayeva, Tursynbayev & Bakyt, 2025) 2020 жылғы түсірілімдер негізінде жүргізілген температуралық өрістерді карталау нәтижелері бұл ауданда температуралық аномалиялардың бар екенін растады (1-сурет, а).

**1-сурет**

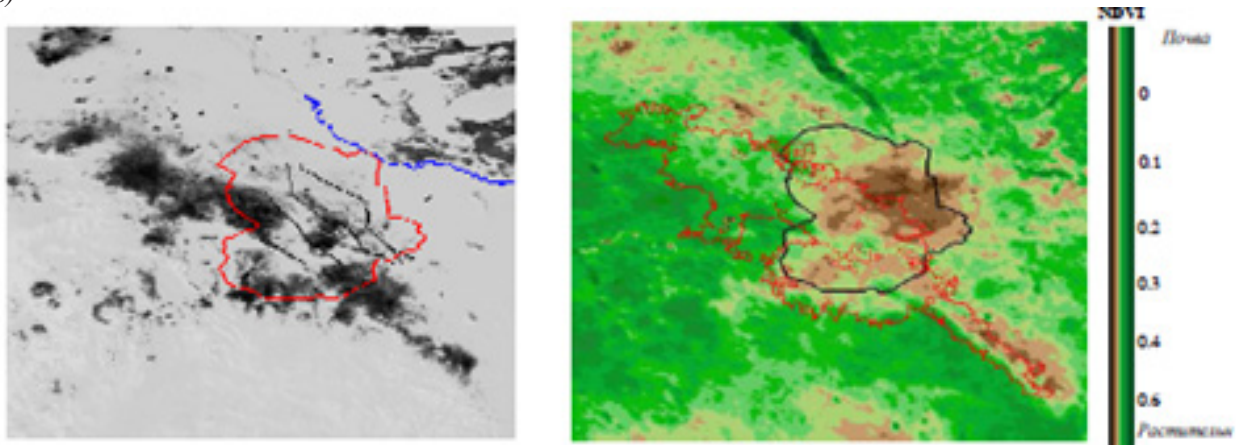
*а* – 07.03,2020 жылғы АҚШ спутнигі деректері бойынша сынақ алаңының инфрақызыл (ИК) диапазондағы қар жамылғысының жағдайы және температуралық өрісі.

*б* – сынақ алаңындағы өсімдік жамылғысының жағдайы.

*а)*



*б)*



*а)* Қар жамылғысының картасы 15.01.20 ж. *б)* Өсімдік жамылғысының картасы 10.06.20 ж.

*Ескерту:* автор құрастырған.

Суреттен қыста қарсыз аймақтардың конфигурациясы жаз мезгілінде өсімдік жамылғысы жоқ учаскелермен ұқсас екендігін көруге болады (1,б-сурет).

Қашықтан зондтау деректерін талдау Семей сынақ алаңында қарсыз аймақтардың орналасуы мен жазғы құрғақшылық ошақтары арасында тұрақты байланыс бар екенін көрсетеді және олардың сынақ алаңдарымен сәйкес келетіні анықталды.

Екінші жағынан, температураның жоғарылауы көптеген ядролық жарылыстардың әсерінен тектоникалық үдерістердің белсенділенуінің

салдары болуы да ықтимал. Өйткені полигон аумағы арқылы бірнеше терең жарылымдар өтеді. Жер асты жарылыстары нәтижесінде геологиялық ортаның жай-күйі мен гидрогеологиялық жағдайларда түбегейлі өзгерістер болатыны белгілі. Біздің бағалауларымыз көрсеткендей, қуатты жарылыстар кезінде жарылыстан алыс аймақтарда аномальды түрде созылған жарықшақтар дамуы мүмкін, ал олар жыныс массивіне зиянды заттардың ену арналары қызметін атқаруы ықтимал.

Семей ядролық сынақ полигонындағы соңғы сынақтардан бері 30 жылдан астам уақыт өтсе



Қазіргі уақытта полигон аумағында Қаражыра көмір кен орны игерілуде, Жақсытүз көлінен түз өндіріледі, геологиялық түсіру және геологиялық-барлау жұмыстары жүргізіледі, шөп дайындалады, мал жаю жүзеге асырылуда. Мұндай қызмет, біріншіден, радиоактивті ластанудың полигон ішінде және одан тыс аумақтарға таралуына ықпал етеді, екіншіден, жұмыс істейтіндер үшін де, жалпы өңір халқы мен өнім тұтынушылары үшін де қосымша қауіп-қатермен байланысты.

Радиоактивтік жағдайды, гидрогеологиялық карталарды және аумақтың радиоактивтік ластануын ескермей пайдалы қазбалар кен орындарын пайдалану, тіпті, кен орнын толық жоғалтуға әкелуі мүмкін: аумақ, топырақ және қазбалардың өздері жүздеген, тіпті мыңдаған жылдарға ластанған күйде қалуы ықтимал.

Осыған байланысты табиғи ортаны кешенді зерттеу – топырақ-өсімдік жамылғысын, су және ауа ортасын, жануарлар дүниесін зерттеу – өңір үшін өмірлік маңызы бар қажеттілік болып табылады.

Балапан учаскесінде жер асты ядролық жарылыстары (ЖАЯЖ) 105 «жауынгерлік» ұңғымада жүргізілген. Көптеген нысандарда жер асты ядролық сынақтары эпицентрлік аймақтарда жер бетінің деформациясына әкелген. Бұл бұрын жүргізілген жер асты ядролық жарылыстарының салдарынан ошақтық қуыстардың үстінде бірнеше ондаған жыл өткеннен кейін де әртүрлі геодинамикалық үдерістердің жүріп жатқанын көрсетеді.

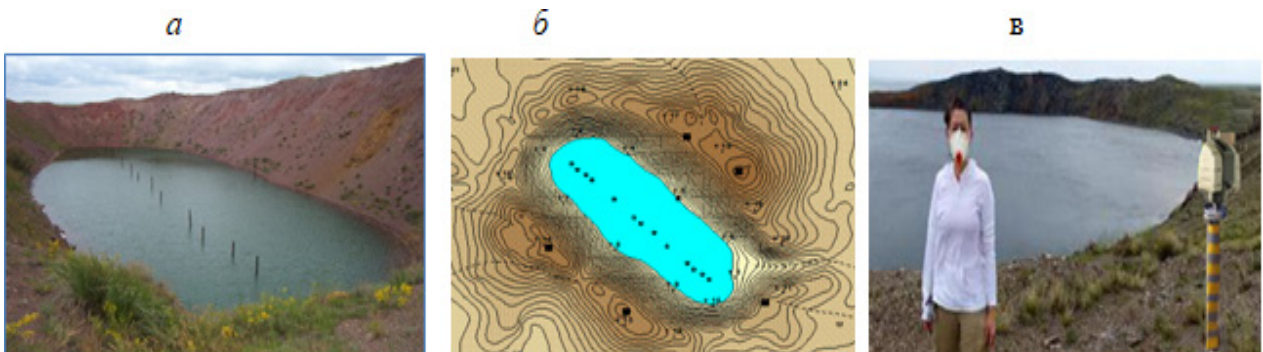
2015 жылдан бастап Телькем алаңдары аумағында кешенді мониторинг жүргізіле бастады. Нәтижесінде жер бетінің өзгеру сипаты – көтерілуі мен шөгуі анықталды, бұл ядролық жарылыстардың ошақтық қуыстарының үстінде жүріп жатқан әртүрлі үдерістерді көрсетеді. Географиялық координаттар жүйесінде нүктелердің орналасуын анықтау үшін спутниктік құрал пайдаланылды. Зерттеу желісінің нүктелерінің координаттары GPS қабылдағышқа енгізіліп, навигация режимінде тікелей жерде анықталды.

2017 және 2018 жылдары Телькем-2 алаңында топографиялық түсірілім жүргізіліп, оның нәтижесінде воронканың өлшемдері мен бедері анықталды. Воронка жиегі бойымен он реперлік нүкте таңдалды. Геодезиялық және экологиялық аспаптарды орнату әрі өлшеу жұмыстарын жедел жүргізу мақсатында мониторинг барысында тірек пунктіне орнатылатын, орталықтың жоғарғы бөлігі мәжбүрлі центрлеу үстелшесімен жабдықталған тұрақты репер әзірленді (3-сурет, в) (Nurpeisova, Umirbaeva, Fedorov, 2021).

2018 жылғы тамыз айында далалық жұмыстар барысында жиналған деректер негізінде жасалған Телькем-2 воронкасының картасында көлдің оңтүстік-шығыс жағалауына апаратын кірме жолдың орналасуы айқын көрінеді (3-сурет). Сондай-ақ воронка үйіндісіндегі бақылау ұңғымаларының, көлдегі бақылау құбырларының, автомобиль жолдарының және топырақ сынамалары алынған нүктелердің орналасуы көрсетілген.

**3-сурет**

а) Телькем-2; б) топографиялық карта және в) «Атом көлі»



Ескерту: автор құрастырған.

### 3.3 Радиозкологиялық мониторинг.

СИП аумағында 2014–2015 жылдары ядролық материалдармен айтарлықтай радиоактивті ластанған учаскелер анықталды. Жарылыстар кезінде пайда болған радионуклидтердің негізгі бөлігі сынақ алаңдарының өзінде түсті («Сынақ алаңы», «Балапан», «Дегелен», «Сары-Узень»).

«Балапан» аумағындағы техногендік объектілерді анықтау үшін ғарыштық суреттер зерттелді, бұл бірнеше объектілерді, соның ішінде ірі эпицентрлерді анықтауға мүмкіндік берді. Кейін өрістік зерттеулер жүргізіліп, техногендік объектілерді инвентаризациялау және табиғи ландшафтың техногендік бұзылу дәрежесін бағалау жүзеге асырылды. (Nurpeisova, Salkynov, Soltabayeva, Miletenko, 2024)

Бірінші кезеңде радиоактивті ластанған учаскелерді анықтау және әртүрлі қадаммен (200x200, 100x100 және 40x40 метр) зерттеу карталарын жасау жүргізілді. Кейінгі кезеңде Radiagem 2000 дозиметр-радиометрін қолдана отырып, түйінді нүктелерде МЭД өлшемін қоса отырып, жаяу гамма-сынау жүргізілді.

Екінші кезеңде алаңдардың эпицентрлік аймақтарында радиацияның вертикалды таралуын зерттеу жүргізілді. Бұл әртүрлі қашықтықтағы топырақ пен судың үлгілерін жинаудан тұрды. (Уставич, Пошивайло, Дубровский, Ахметов, Пошивайло, 2016)

Семей полигоны аумағындағы ең ұзын беткі су ағыны – Маловодная Шаған өзені, оның басты су артериясы болып табылады. Ядролық сынақтар нәтижесінде Шаған өзенінің алқабы радиоактивті ластануға ұшырады. Негізінен, өзен экожүйесінің радиоактивті ластануы «Атомдық» көл маңында шоғырланған, мұнда №1004 ұңғымасында экскавациялық ядролық жарылыс жасалды, сондай-ақ «Балапан» алаңындағы «күрделі» ұңғымаларда жасалған жер асты ядролық сынақтар да ластануға себеп болды.

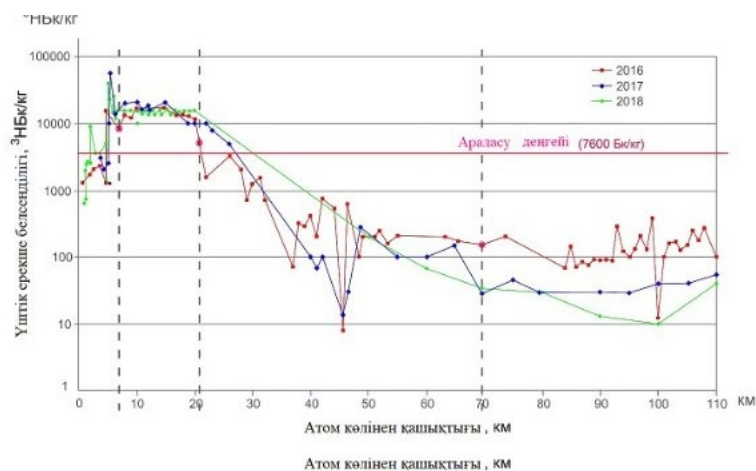
Шаған көлі Қазақстан үкіметі тарапынан ядролық сынақтардан ең қатты зардап шеккен аймақтар тізіміне енгізілді. Көлде әлі кейбір балық түрлері тіршілік етеді, бірақ олардың қолданылуы қатты ұсынылмайды. Көлдегі су ішуге және ауылшаруашылық жерлерді суаруға жарамсыз. Судағы радиоактивті заттар, әсіресе тритийдің ( $^3\text{H}$ ) мөлшері, рұқсат етілген нормадан жүздеген есе асып кетеді.

Адам үшін ең басты қауіп – «Атомдық көл»-дің айналасындағы 3–4 км радиустық топырақ қорғаны аймағы, оны қоршаған орта объектілерінің (су, өсімдік, ауа) екінші деңгейлі ластануының маңызды потенциалды көзі ретінде қарастыру қажет.

2016–2018 жылдардағы зерттеулер нәтижесінде «Атомдық көл» 5 км төмен ағыста Шаған өзенінде  $^3\text{H}$  жоғары концентрациясының болуы бірнеше рет анықталып расталды (4-сурет).

#### 4-сурет

«Атом көлінен» қашықтыққа байланысты Шаған өзенінің суындағы тритийдің ( $^3\text{H}$ ) концентрациясы



Ескерту: автор құрастырған.

Тритийдің таралуы процесін түсіну үшін 4-суреттегі графикті төрт учаскеге бөлінді және әр бөлік үшін тәуелділіктер келтірілді:

1. Бірінші учаскеде тритий концентрациясы келесі формуламен артады:

$$n = 1000 \cdot 10^{0,242 \cdot L} \text{ (Бк/м}^3\text{)}, 0 < L \leq 5 \text{ км; (1)}$$

мұндағы:

n – тритийдің салыстырмалы белсенділігі, Бк/м<sup>3</sup>;

L – «Атом көлінен» қашықтық, км.

2. Екінші учаскеде тритий концентрациясы шамамен өзгермей, тең болады:

$$n = 16200 \text{ (Бк/м}^3\text{)}, 5 < L \leq 20 \text{ км; (2)}$$

3. Үшінші учаскеде тритий концентрациясы төмендейтін формула бойынша азаяды:

$$n = 16200 \cdot 10^{0,054 \cdot (L-20)} \text{ (Бк/м}^3\text{)}, 20 < L \leq 70 \text{ км; (3)}$$

4. Төртінші учаскеде тритий концентрациясы баяу артып, формула бойынша есептеледі:

$$n = 31,6 \cdot 10^{0,005 \cdot (L-70)} \text{ (Бк/м}^3\text{)}, L > 70 \text{ км. (4)}$$

Төртінші учаскеде тритийдің миграциясы тұрақталуы керек деп есептелгенімен, зерттеу деректері (2020–2024 жж.) концентрацияның баяу өсуін көрсетеді. Бұл техногендік радионуклидтердің жел арқылы тасымалдануы, сондай-ақ атмосфералық жауын-шашынмен айналадағы жерге және Шаған өзенінің арнасына ағып кетуі, әрі радионуклидтердің суарқылы тасымалдануы мүмкін. Әр жағдайда бұл әрі қарайғы зерттеулерге тақырып болып табылады. (Мошков, Лукашенко, Яковенко, 2011)

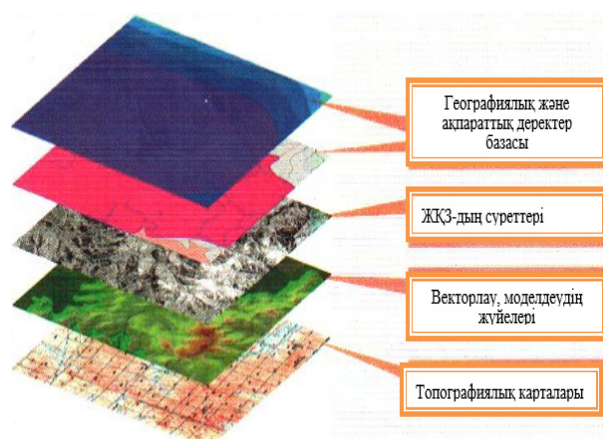
Жүргізілген зерттеулер материалының талдауы нәтижесінде Балапан полигоны аумағы экожүйе компоненттерінің қазіргі жағдайы туралы ақпарат алынды. Топырақ пен ауыз су, дондық шөгінділердің техногендік радионуклидтермен ластануы «Атомдық көл» мен «Телкем» өңіріне байланысты екені анықталды. Жер қабатында, штольнялар мен ұңғымаларда сынақтар жүргізілген жерлерде, оның ішінде ұзақ өмір сүретін радиоактивтік өнімдердің мол мөлшері бар екеніне күмән жоқ. Мұндай жерлер шаруашылық мақсатында пайдалануға жарамсыз,

сондықтан оларды ұзақ уақыт бойы адамдардың кіруін болдырмай қорғай отырып сақтау қажет. (Яковенко, Абишев, 2016)

Бүгінде ғылым мен техника дамып тұрған да жасанды серіктерінің деректерін пайдалана отыра Семей полигоны территориясын ғарыштық мониторингтау мен жылдам карталар жасауды қамтамасыз ететін заманауи аппараттары және бағдарламалары баршылық. Ғарыштық мониторингтен алынған деректер бойынша осы аймақтың экологиялық карталарын жасау геоаппараттық жүйеге негізделінеді. Семей ядролық полигоны аймағындағы экологиялық зерттеулер Қазақстан полигондары территориясын ғарыштық мониторингтаудың бірыңғай ақпараттық жүйесін құрып, зерттеу жұмыстарынан адамзат тіршілігіне қажетті практикалық мәселелерді шешуге негізделген (5-сурет).

#### 5-сурет

«Семей» ғарыштық бағдарламасының геоаппараттық жүйесі



Ескерту: автор құрастырған.

Аталмыш ГАЖ бұрынғы деректерді сақтай отыра, оған еркін кіру мен модельдеуді қамтамасыз етеді және де зерттелетін аумақтың географиялық мәліметтері мен ғарыштық суреттерін бір-бірімен қабыстырады. Оған мыналар кіреді:

- географиялық және ақпараттық деректер базасы (тақырыптық және векторлық карталар: геологиялық, радиологиялық және т.б.);
- қашықтан зондтау жүйесі;
- векторлау және моделдеу жүйелері;
- дайын өнімдер (әр түрлі топографиялық карталар). (Лукашенко, 2010)

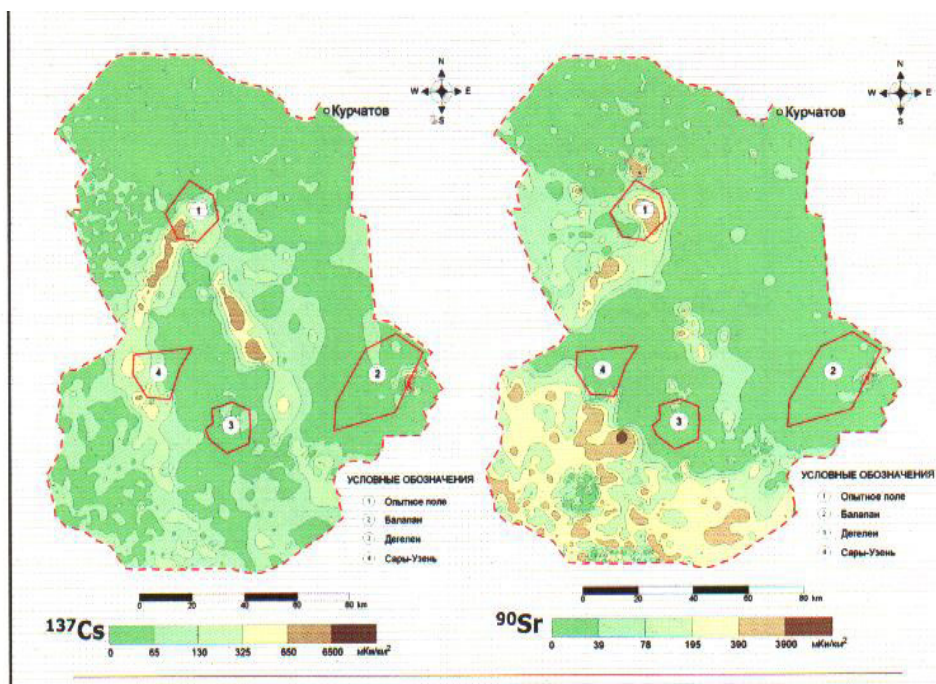
Картографиялық деректер қашықтан зондтау қосалқы жүйесіне «енгізіледі», яғни ғарыштық түсірілімдерді географиялық байлау процесіне қатысады. Ал ғарыштық түсірілімдер, өз кезегінде, геоақпараттық деректер базасы үшін ақпарат көзі болып табылады. Географиялық деректер мен қашықтан зондтау деректері «Модельдеу» қосалқы жүйесі үшін бастапқы мәліметтер ретінде қолданылады. Бұл карталардан 20 жыл бұрын 468 штольнялардың ауыздары бетондалып жабылса да, Семей полигоны аймағындағы топырақ қабаты мен суы екінші рет, қайтадан ластануын көреміз. Өйткені жер қойнауында, жерасты суларында ұзақ сақталатын радиоактивті заттар (стронций, цезий және три-

тий элементтері) жинақталған. Полигон аймағында күні бүгінге дейін топырақ және өсімдіктер ластанып, 1,7 млн адам мекендейтін 304 мың км<sup>2</sup> жер (Семей, Павлодар, Қарағанды облыс аумақтары) шөлейттенген, адамдар денсаулығына орасан зиян келіп отыр. ( Умирбаева, Нурпеисова, Омиржанова, 2019)

Зерттеу жұмыстары штольняларды жою шараларының жеткіліксіз жүргізілмегендігін көрсетіп отыр. Мәселен, 6, а-суретінде келтірілген картадан полигон аймағындағы жер бедерінің төмендеген учаскелерінде өте жоғары адсорбциялық қасиеті бар цезийдің жиналғанын, ал б,б-суретінен миграциялық қасиеті жоғары стронцийдің шоғырланғанын байқауға болады.

### 6-сурет

Семей полигоны аймағындағы топырақ қабатының 2008-2010 жылдар аралығында: а) <sup>137</sup>Cs цезиймен; б) <sup>90</sup>Sr стронциймен ластану дәрежелері



Ескерту: автор құрастырған.

ҚР Президенті Қасым-Жомарт Тоқаев «Семей ядролық қауіпсіздік аймағы туралы» Заңға қол қойды, оған сәйкес бұрынғы Семей ядролық сынақ полигоны жерлерінің бір бөлігі ауыл шаруашылығы айналымына енгізілетін болады. бұл шамамен 1 млн гектар 2024 жылдың 1 қаңтарынан бастап күшіне енеді.

### Қорытынды

Зерттеу барысында жердің ауыл шаруашылығына жарамдылығын кешенді мониторингілеу жер ресурстарының жай-күйін және олардың өндірістік әлеуетін бағалаудың маңызды құралы болып табылатыны анықталды. Жүргізілген тал-

дау топырақтың құнарлылық деңгейі, агроэкологиялық және климаттық жағдайлар, сондай-ақ антропогендік жүктеме дәрежесі жерді ауылшаруашылық пайдалану тиімділігіне айтарлықтай әсер ететіндігін көрсетті. Далалық Зерттеулерді, зертханалық талдауларды, қашықтықтан зондтау әдістерін және геоақпараттық жүйелерді қамтитын кешенді тәсілді қолдану эрозия, тұздану және гумустың азаюы сияқты жердің деградация процестерін уақтылы анықтауға мүмкіндік береді. Бұл жерді пайдалану саласында негізделген басқару шешімдерін қабылдау үшін ғылыми негіз жасайды. Осылайша, кешенді мониторинг ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлерді ұтымды пайдалануға және қорғауға, олардың өнімділігін арттыруға және ұзақ мерзімді перспективада аграрлық Ландшафттардың экологиялық тұрақтылығын қамтамасыз етуге ықпал етеді.

1. Радиоактивтік заттардың екінші рет таралуын болдырмау және алдын алу үшін ең тиімді тәсіл – СИП аумағында кешенді мониторинг жүргізу (ғарыштық, геодезиялық және радиоэкологиялық). Кешенді мониторингтің негізгі міндеті – қазіргі геоақпараттық технологияларды қолдана отырып, біртұтас ақпараттық кеңістік құру.

2. Геодезиялық мониторинг нәтижелері локалды желілердің жұмысын жетілдіру және олардың негізінде СИП аумағында аймақтық геомониторинг желісін құру бойынша ұсыныстарды негіздеуге мүмкіндік береді. Бұл болашақта геодинамикалық процестерді зерттеуге және полигонның бүкіл аумағы бойынша жер қыртысының қазіргі қозғалысын картаға түсіруге жағдай жасайды.

3. Радиоэкологиялық мониторинг нәтижелері Қазақстан Республикасының мемлекеттік органдарына экологиялық жағдайды бағалау

критерийлерін әзірлеуге ғылыми негізделген ұсыныстар жасауға мүмкіндік берді, сондай-ақ СИП аумағын кешенді экологиялық зерттеуден өткізу жұмыстарын оңтайландырып, оны кейін халық шаруашылығына енгізуге мүмкіндік береді. Бұл жұмыстар Қазақстан Республикасының «СИП радиациялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету» мемлекеттік бағдарламасы аясында жүргізіледі.

4. Алынған нәтижелер аумақтардың экологиялық жағдайын бағалау критерийлерін әзірлеу жөнінде ұсынымдар жасауға, оларды одан әрі халық шаруашылығына енгізуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, зерттеу нәтижелерін жоғары оқу орындарының оқу үдерісінде пайдалану студенттердің білім деңгейін арттыруға ықпал етеді.

### Мүдделер қақтығысы

Авторлар мүдделер қақтығысының жоқ екенін мәлімдейді.

### Авторлардың үлесі:

Тұжырымдаманы әзірлеу – М.Ж. Бегалиева және С.Т. Солтабаева; Әдіснама – А.Т. Саулембаев; Бағдарламалық қамтамасыз ету – М.Ж. Бегалиева; Валидация – М.Ж. Бегалиева, С.Т. Солтабаева және Н.С. Дөненбаева; Формалды талдау – С.Т. Солтабаева; Зерттеу – М.Ж. Бегалиева; Ресурстар – А.Т. Саулембаев; Деректерді өңдеу – М.Ж. Бегалиева; Мақаланың бастапқы нұсқасын жазу – С.Т. Солтабаева; Қарау және редакциялау – М.Ж. Бегалиева; Визуализация – Н.С. Дөненбаева; Ғылыми жетекшілік – С.Т. Солтабаева; Жобаны басқару – С.Т. Солтабаева; Қаржыландыруды тарту – М.Ж. Бегалиева.

### Әдебиеттер

Труды международной научной конференции «Семипалатинский испытательный полигон. Радиационное наследие и перспективы развития». (2012). Курчатов: НЯЦ РК.

Космические исследования в Казахстане / Под общей редакцией У. М. Султангазина. (2002). Алматы: Институт космических исследований.

Султангазин, У. М., & Закарян, Э. А. (2000). Дистанционное зондирование температурных аномалий в районе СИЯП. Доклады Национальной академии наук РК, (2), 51–54.

Nurpeissova, M., Umirbayeva, A., Tursynbayev, N., Donenbayeva, N., & Bakyt, N. (2025). Assessment of deformation and radiation state of adjacent territories of the deposit “Karazhyra”. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences*, 2(469), 166–179. <https://doi.org/10.32014/2025.2518-170X.4982>

Уставич, Г. А., & Яковенко, А. М. (2013). Состав геодезических и картографических работ при изучении мест проведения ядерных взрывов на Семипалатинском испытательном полигоне. *Геодезия и картография*, (4), 2–6.

Яковенко, А. М., & Уставич, Г. А. (2015). Деформационный мониторинг дневной поверхности испытательных скважин Семипалатинского испытательного ядерного полигона. *Известия вузов. Геодезия и картография*, (5), 146–151.

Патент № 4700. Грунтовый репер для геодезических измерений / Нурпеисова М. Б., Умирбаева А. Б., Доненбаева Н. С. и др. (2020). Комитет по правам интеллектуальной собственности МЮ РК, Астана, 12.03.2020.

Nurpeisova, M., Umirbaeva, A., & Fedorov, E. (2021). Integrated monitoring-based assessment of deformation and radiation situation of territorial domains. *Eurasian Mining*, (1), 83–87.

Nurpeisova, M. B., Salkynov, A. T., Soltabayeva, S. T., & Miletchenko, N. A. (2024). Patterns of development of geomechanical processes during hybrid open pit/underground mineral mining. *Eurasian Mining*, (1), 7–11. <https://www.rudmet.ru/journal/2325/article/3829>

Постановление Республики Казахстан по комплексному решению проблем Семипалатинской зоны экологического бедствия до 2025 года в соответствии с разработанным планом поэтапного обследования СИП. (2017, 29 сентября). № 602. Астана.

Уставич, Г. А., Пошивайло, Я. Г., Дубровский, А. В., Ахметов, Б. Ж., & Пошивайло, А. О. (2016). Зонирование и межевание земель, прилегающих к ядерным полигонам, для целей хозяйственного использования (на примере Семипалатинского испытательного ядерного полигона). *Вестник СГУГиТ*, 4(36), 145–157.

Мошков, А. С., Лукашенко, С. Н., Яковенко, Ю. Ю., и др. (2011). Характер и уровни радионуклидного загрязнения площадки «Опытное поле» Семипалатинского испытательного полигона. В *Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана* (Т. 1, вып. 3, с. 13–81). Курчатов: Национальный ядерный центр Республики Казахстан.

Яковенко, А. М., & Абишев, А. Х. (2016). Проведение геодезического мониторинга на приустьевой площадке скважины № 104 участка Сары-Узень на бывшем Семипалатинском испытательном ядерном полигоне. В *Интерэкспо ГЕО-Сибирь – 2016. XII Международный научный конгресс: Международная научная конференция «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»* (Т. 2, с. 8–12). Новосибирск: СГУГиТ.

Яковенко, А. М. (2016). Геодезический деформационный мониторинг мест проведения подземных ядерных взрывов на Семипалатинском испытательном полигоне. В *Мониторинг ядерных испытаний и их последствий: Тезисы докладов IX Международной конференции* (8–12 августа 2016 г., Алматы, Казахстан) (с. 105–106). Курчатов: НЯЦ РК.

Радиоэкологическое состояние «северной» части территории Семипалатинского испытательного полигона / Коллектив авторов под рук. С. Н. Лукашенко. (2010). В *Актуальные вопросы радиоэкологии Казахстана* (вып. 1). Курчатов: Дом печати.

Умирбаева, А. Б., Нурпеисова, М. Б., & Омержанова, Ж. Т. (2019). Оценка последствий загрязнения территории с точки зрения радиационной безопасности. В *Сборник трудов международной конференции, посвященной 125-летию К. И. Сатпаева «Роль геодезии и маркшейдерии в реализации программы “Цифровой Казахстан”*» (с. 996–1000). Алматы: КазНИТУ.

## References

Semipalatinskiy yadernyy poligon. Radiatsionnoye naslediyе i perspektivy razvitiya (2012) [Semipalatinsk nuclear test site. Radiation heritage, and development prospects]. Materials of the International Scientific Conference. Kurchatov: SNC RK, 150 p.

Kosmicheskiye issledovaniya v Kazakhstane red. U. M. Sultangazin (2002) [Space research in Kazakhstan Edited by U.M. Sultangazin]. Almaty: Space Research Institute, 488 p.

Sultangazin U.M., Zakarin E.A. Remote sensing of temperature anomalies in the SIAP region // Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. 2000.-#2.- P. 51-54.

Nurpeisova M., A.Umirbayeva A., N.Tursynbayev N., N.Donenbayeva N., N.Bakyt N. Assessment of deformation and radiation state of adjacent territories of the deposit “Karazhyra» //NEWS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES Volume 2. Number 469 (2025), 166–179. <https://doi.org/10.32014/2025.2518-170X.4982>

Ustavich G.A., Yakovenko A.M. Composition of geodetic and cartographic works in the study of the sites of nuclear explosions at the Semipalatinsk test site // Geodesy and cartography. – 2013. – No. 4. – P.2-6.

Deformation monitoring of the daytime surface of test boreholes of the Semipalatinsk nuclear test site / A.M. Yakovenko, G.A. Ustavich, // News of Higher Education Institutions. Geodesy and Cartography No. 5, 2015. – P. 146-151.

Patent No. 4700. Ground benchmark for geodetic measurements / Nurpeisova M.B., Umirbaeva A.B., Donenbaeva N.S. et al. – Committee on Intellectual Property Rights of the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan. – Astana, March 12, 2020

M.Nurpeisova, A.Umirbaeva, E.Fedorov (2021). Integrated monitoring-based assessment of deformation and radiation situation of territorial domains //Eurasian mining. 2021. No.1.pp. 83–87

Nurpeisova M.B., Salkynov A.T., Soltabayeva S.T., N.A.Miletchenko N.A. Patterns of development of geomechanical processes during hybrid open pit/underground mineral mining// Eurasian mining. 2024.No.1. pp.7-11 <https://www.rudmet.ru/journal/2325/article/3829>

Resolution of the Republic of Kazakhstan on a comprehensive solution to the problems of the Semipalatinsk ecological disaster zone until 2025 in accordance with the developed plan for a phased survey of the SIP – Astana dated September 29, 2017 No. 602.

Альмира Жакупова *Исследование спутниковой оценки земель для сельскохозяйственных культур при применении обработки данных ДЗЗ* — применение ГИС и космического мониторинга для оценки пригодности земель. 2023. -С. 12-17

Н.Г.Мартынова – *Мониторинг сельско-хозяйственных земель по данным дистанционного зондирования Земли* – применение спутниковых данных для оценки состояния сельхозземель.2023г.

Жумадилов К.Ш. Оценка радиоактивного загрязнения в местах наземных и подземных ядерных испытаний // Наука и Здравоохранение. 2016. №6. С. 73-79.

Ustavich, G. A., Poshivailo, Ya. G., Dubrovsky, A. V., Akhmetov, B. Zh., & Poshivailo A. O. (2016). Zoning and surveying of lands adjacent to nuclear test sites for the purposes of economic use (on the example of the Semipalatinsk nuclear test site). Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT], 4(36), 145–157 [in Russian].

Moshkov, A. S., Lukashenko, S. N., Yakovenko, Yu. Yu., & et al. (2011). The nature and levels of radionuclide contamination of the Experimental Field site of the Semipalatinsk test site. In Sbornik trudov Natsional'nogo yadernogo tsentra Respubliki Kazakhstan: T. 1, vyp. 3. Aktual'nye voprosy radioekologii Kazakhstana [Proceedings of the National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan: Vol. 1, Issue 3. Current Issues of the Radio Ecology of Kazakhstan] (pp. 13–81). Kurchatov [in Russian].

Yakovenko, A. M., & Abishev, A. Kh. (2016). Conducting geodetic monitoring at the wellhead site of well No. 104 of the Sary-Uzen section at the former Semipalatinsk nuclear test site. In Sbornik materialov Interekspo GEO-Sibir'-2016: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: T. 2. Geodeziya, geoinformatika, kartografiya, marksheyderiya [Proceedings of Interexpo GEO-Siberia-2016: International Scientific Conference: Vol. 2. Geodesy, Geoinformatics, Cartography, Mine Surveying] (pp. 8–12). Novosibirsk: SSUGT Publ. [in Russian].

Yakovenko, A. M. (2016). Geodetic deformation monitoring of sites of underground nuclear explosions at the Semipalatinsk test site. In Tezisy dokladov IX Mezhdunarodnoy konferentsii: Monitoring yadernykh ispytaniy i ikh posledstviy [Theses of Reports IX International Conference: Monitoring of Nuclear Tests and their Consequences] (pp. 105–106). Kurchatov: National Center of the Republic of Kazakhstan Publ. [in Russian].

Lukashenko, S. N., & et al. (2010). Radioecological state of the “northern” part of the territory of the Semipalatinsk test site. Aktual'nye voprosy radioekologii Kazakhstana. Vyp. 1 [Current issues of radio ecology of Kazakhstan: Issue 1] (234 p.). Kurchatov: Dom pechati Publ. [in Russian].

Umirbayeva, A. B., Nurpeisova, M. B., & Omirzhanova, Zh. T. (2019). Assessment of the consequences of pollution of the territory from the point of view of radiation safety. In Sbornik trudov mezhdunarodnoy konferentsii, posvyashchennoy 125-letiyu K. I. Satpaeva: Rol' geodezii i marksheyderii v realizatsii programmy “Tsifrovoy Kazakhstan” [Proceedings of the International Conference devoted to the 125th Anniversary of K. I. Satpaev: The Role of Geodesy and Land Surveying in the Implementation of the Program “Digital Kazakhstan”] (pp. 996–1000). Almaty: KazNITU Publ. [In Russian].

**Авторлар туралы мәлімет:**

Бегалиева Майра Жалғасқызы – Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университеті докторанты (Алматы, Қазақстан, <https://orcid.org/0009-0004-4654-4641>, [maira\\_010591@mail.ru](mailto:maira_010591@mail.ru)).

Солтабаева Сауле Темірболатовна – техника ғылымдарының кандидаты, «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының профессоры, Satbayev University (Алматы, Қазақстан, <https://orcid.org/0000-0003-1330-2174>, [saule\\_soltabaeva@mail.ru](mailto:saule_soltabaeva@mail.ru)).

Доненбаева Назгул Сериковна – PhD доктор, Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті (Астана, Қазақстан, <https://orcid.org/0000-0003-1530-0746> e-mail: [donenbayeva\\_ns@enu.kz](mailto:donenbayeva_ns@enu.kz)).

Саулембаев Алтынбай – география ғылымдарының кандидаты, Өзбекәлі Жәнібеков атындағы Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті аға оқытушы (Шымкент, Қазақстан, e-mail: [altynbai\\_saulembaev@mail.ru](mailto:altynbai_saulembaev@mail.ru)).

**Information about authors:**

Begaliyeva Maira Zhalgaskyzy – doctoral of the Kazakh National Research technical university (Almaty, Kazakhstan, <https://orcid.org/0009-0004-4654-4641>, [maira\\_010591@mail.ru](mailto:maira_010591@mail.ru)).

Soltabayeva Saule Temirbolatovna – Candidate of Technical Sciences., Professor of the Department of Surveying and Geodesy, Satbayev University (Almaty, Republic of Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0003-1330-2174>, [saule\\_soltabaeva@mail.ru](mailto:saule_soltabaeva@mail.ru)).

Donenbaeva Nazgul Serikovna – PhD doctor Gumilyov Eurasian National University (Astana, Republic of Kazakhstan, <https://orcid.org/0000-0003-1530-0746>, [donenbayeva\\_ns@enu.kz](mailto:donenbayeva_ns@enu.kz)).

Altynbai Saulembaev – Candidate of Geographical Sciences, Senior Lecturer at the South Kazakhstan Pedagogical University named after Özbekali Zhanibekov (Shymkent, Republic of Kazakhstan. E-mail: [altynbai\\_saulembaev@mail.ru](mailto:altynbai_saulembaev@mail.ru)).

**Сведения об авторах:**

Бегалиева Майра Жалғасқызы – докторант, Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева (Алматы, Казахстан, e-mail: [maira\\_010591@mail.ru](mailto:maira_010591@mail.ru)).

Солтабаева Сауле Темірболатовна – кандидат технических наук, профессор кафедры маркшейдерского дела и геодезии, Satbayev University (Алматы, Казахстан, e-mail: [saule\\_soltabaeva@mail.ru](mailto:saule_soltabaeva@mail.ru)).

Доненбаева Назгул Сериковна – PhD доктор, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева (Астана, Казахстан, e-mail: [donenbayeva\\_ns@enu.kz](mailto:donenbayeva_ns@enu.kz)).

Саулембаев Алтынбай – кандидат географических наук, старший преподаватель Южно-Казахстанского педагогического университета имени Өзбекәлі Жәнібекова (Шымкент, Казахстан, e-mail: [altynbai\\_saulembaev@mail.ru](mailto:altynbai_saulembaev@mail.ru)).

Келіп түсті: 11 қаңтар 2026 жыл  
Қабылданды: 04 наурыз 2026 жыл