

Код МРНТИ 36.23.25

Г. Мейрамбек, *М. М. Уйсен
 Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

ГАЗ ЖӘНЕ ЖҚЗ ДЕРЕКТЕРІ НЕГІЗІНДЕ МАҢҒЫСТАУ ОБЛЫСЫНДАҒЫ ЖЕР ҚОЙНАУЫН ПАЙДАЛАНУ МЕН ЖЕРЛЕРДІҢ БҰЗЫЛУЫНЫҢ ГЕОКЕҢІСТІКТІК МОНИТОРИНГІ

Аннотация. Мақалада Маңғыстау облысының жер ресурстарын мониторингтеу және жер қойнауын пайдаланушылардың қызметін бақылау үшін геоаппараттық жүйелерді (ГАЗ) және Жерді қашықтан зондтау (ЖҚЗ) деректерін қолдану мүмкіндіктері қарастырылған. KazEOSat-1 және KazEOSat-2 спутниктерінен алынған ғарыштық суреттер негізінде бірыңғай геоаппараттық деректер базасы қалыптастырылып, мониторинг нәтижелерін визуализациялауға, сақтауға және кеңістіктік талдауға арналған мамандандырылған геопортал әзірленді. Кен орындарын игерудің нақты шекаралары лицензиялық учаскелермен салыстырылды. Келісімшарттық аумақтардан тыс жұмыстар жүргізу, жерді өз бетінше пайдалану және экологиялық ластану (мұнаймен ластану) учаскелері анықталды. Нәтижелер ГАЗ бен ЖҚЗ деректерін мемлекеттік жер бақылауы, бұзушылықтарды жедел анықтау және экологиялық мониторинг міндеттерінде біріктірудің тиімділігін растайды.

Түйінді сөздер: Жерді қашықтан зондтау, геоаппараттық жүйелер, ArcGIS, KazEOSat, геопортал, жер қойнауын пайдалану, жер мониторингі, кеңістіктік талдау, ғарыштық суреттер, Маңғыстау облысы.

Geospatial monitoring of subsoil use and land disturbance in the Mangystau region using GIS and remote sensing data
Abstract. The article examines the use of geographic information systems (GIS) and Earth remote sensing data for monitoring land resources and controlling the activities of subsoil users in the Mangystau Region. Using satellite imagery from KazEOSat-1 and KazEOSat-2, a unified geoinformation database was created and a specialized geoportol was developed for visualization, storage, and spatial analysis of monitoring results. The actual boundaries of field development were compared with licensed areas. Cases of operations extending beyond contractual territories, unauthorized land use, and areas of environmental pollution, including oil contamination, were identified. The results demonstrate the effectiveness of integrating GIS and remote sensing data for state land control, timely detection of violations, and environmental monitoring.

Key words: remote sensing, GIS, ArcGIS, KazEOSat, geoportol, subsoil use, land monitoring, spatial analysis, satellite imagery, Mangystau Region.

Геопространственный мониторинг недропользования и нарушений земель в Мангистауской области с использованием ГИС и данных ДЗЗ

Аннотация. В статье рассматривается применение геоинформационных систем (ГИС) и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) для мониторинга земельных ресурсов и контроля деятельности недропользователей Мангистауской области. На основе снимков спутников KazEOSat-1 и KazEOSat-2 сформирована единая геоинформационная база данных и разработан специализированный геопортал для визуализации, хранения и пространственного анализа результатов мониторинга. Выполнено сопоставление фактических границ освоения месторождений с лицензионными участками. Выявлены случаи выхода работ за пределы контрактных территорий, самовольного землепользования и участки экологического загрязнения (замазученность). Результаты подтверждают эффективность интеграции ГИС и данных ДЗЗ для государственного земельного контроля, оперативного выявления нарушений и экологического мониторинга.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, геоинформационные системы, ArcGIS, KazEOSat, геопортал, недропользование, мониторинг земель, пространственный анализ, космические снимки, Мангистауская область.

Кіріспе

Табиғи ресурстарды қарқынды игеру жағдайында жер ресурстарын ұтымды пайдалану, жер қойнауын пайдаланушылардың қызметін бақылау және аумақтардың экологиялық жағдайын бағалау қажеттілігі артып келеді. Жерді қашықтан зондтаудың заманауи технологиялары мен геоаппараттық жүйелер кеңістіктік деректерді жедел алуға және талдауға мүмкіндік береді, бұл жер ресурстарының мониторингі тиімділігін арттыруға және жер пайдалану саласындағы заң бұзушылықтарды анықтауға жағдай жасайды [1–3].

Маңғыстау облысы Қазақстан Республикасының негізгі мұнай-газ өндіруші өңірлерінің бірі болып табылады. Пайдалы қазбаларды өндіру ауқымының өсуі антропогендік жүктеменің артуымен және жерлердің деградациялану тәуекелдерінің күшеюімен қатар жүреді, бұл жер ресурстарын пайдалануды бақылаудың заманауи цифрлық тәсілдерін енгізуді талап етеді [4]. Қазақстанда аумақтардың жай-күйін бағалау және жер пайдалану саласындағы бұзушылықтарды анықтау мақсатында жерлерді ғарыштық мониторингтеудің заманауи әдістері белсенді түрде қолданылуда [5, 6].

Зерттеудің мақсаты – қашықтан зондтау деректері негізінде Маңғыстау облысындағы жер қойнауын пайдалану мен жер ресурстары мониторингінің геоаппараттық жүйесін және нәтижелерді сақтау, талдау мен визуализациялауға арналған мамандандырылған геопортал әзірлеу.

Материалдар мен әдістер

Зерттеуде жоғары кеңістіктік ажыратымдылықтағы KazEOSat-1 спутнигінің ғарыштық суреттері және орташа кеңістіктік ажыратымдылықтағы KazEOSat-2 спутнигінің суреттері, мемлекеттік жер кадастрының деректері, жер қойнауын пайдаланушылардың лицензиялық учаскелерінің шекаралары туралы мәліметтер, жер қойнауын пайдалану объектілерінің координаттары, әкімшілік-аумақтық шекаралар және векторлық картографиялық материалдар пайдаланылды [7–9]. Жерді қашықтан зондтау спутниктік платформалар арқылы жер беті туралы кеңістіктік ақпарат алуға мүмкіндік береді, оның жалпы көрінісі 1-суретте көрсетілген.

Кеңістіктік деректерді өңдеу және талдау ArcGIS бағдарламалық ортасында геокеңістіктік талдау құралдары мен Жерді қашықтан зондтау технологияларын пайдалана отырып жүргізілді. Алғашқы кезеңде бастапқы деректер жиналып, жүйеленді және алдын ала өңделді. Ғарыштық суреттерді географиялық байланыстыру жүргізіліп, зерттеу аумағын толық қамтитын бірыңғай растрлық қабат қалыптастырылды. Одан әрі лицензиялық учаскелер, жер қойнауын пайдалану объектілері, әкімшілік шекаралар және мониторинг нәтижелерін қамтитын тақырыптық қабаттар негізінде геодеректер базасы құрылды [10].

Ғарыштық суреттерді дешифрлеу негізінде кен орындарын игеру аумақтары мен өндірістік объектілердің нақты



Сурет 1. Қашықтан зондтау жұмыстарын жүргізу сызбасы.

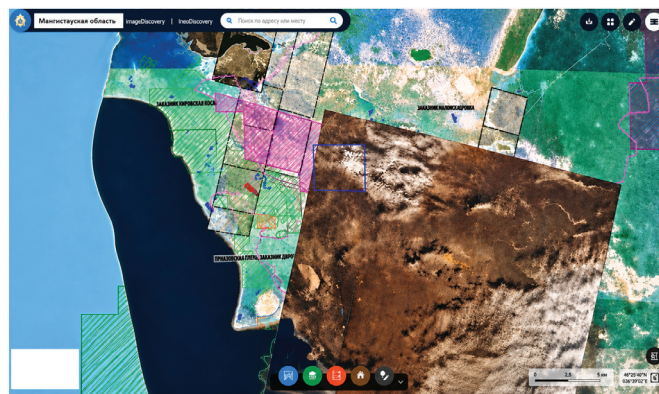
Figure 1. Remote sensing workflow scheme.

Рис. 1. Схема проведения дистанционного зондирования.

шекаралары анықталып, векторлық форматқа келтірілді. Нақты шекараларды лицензиялық учаскелердің шекараларымен салыстыру кеңістіктік қиылысу әдісі арқылы жүзеге асырылды. Бұл тәсіл келісімшарттық аумақтардың шегінен тыс жүргізілген жұмыстарды, шекаралардың қабаттасуын және жер пайдалануға қатысты өзге де кеңістіктік сәйкессіздіктерді анықтауға мүмкіндік берді. Сонымен қатар антропогендік әсерден бұзылған және мұнаймен ластанған аумақтарды анықтау мақсатында қосымша кеңістіктік талдау жүргізілді. Зерттеу аясында Маңғыстау облысының жер ресурстары мен жер қойнауын пайдалануды мониторингтеуге арналған мамандандырылған геопортал әзірленді. Геопортал Жерді қашықтықтан зондтау деректерін, кадастрлық және тақырыптық кеңістіктік ақпаратты бірыңғай цифрлық ортада сақтау, өңдеу, визуализациялау және талдау үшін құрылды. Оның негізгі мақсаты – ғарыштық мониторинг нәтижелерін орталықтандырылған түрде басқару және жер ресурстарының пайдаланылуына жүргізілетін кеңістіктік бақылауды ақпараттық қамтамасыз ету [11, 12].

Геопорталдың функционалдық мүмкіндіктері ғарыштық суреттерді әртүрлі кеңістіктік ажыратымдылықта көрсету, тақырыптық қабаттарды қосу және олардың көрінуін басқару, объектілердің атрибуттық ақпаратын қарау, кеңістіктік сұраныстар орындау, қашықтықтар мен аудандарды өлшеу, сондай-ақ мониторинг объектілерінің өзара кеңістіктік орналасуын талдау мүмкіндіктерін қамтиды. Кеңістіктік деректерді салыстырмалы талдауды жеңілдету үшін әртүрлі қабаттар мен ғарыштық суреттерді қатар салыстыруға мүмкіндік беретін «шторка» құралы іске асырылды. Сонымен қатар архивтік және өзекті ғарыштық суреттерді іздеу, сүзгілеу және таңдау үшін ImageDiscovery құралы енгізілді. ImageDiscovery құралында таңдалған ғарыштық суреттерді қарау мысалы 2-суретте көрсетілген. Геопорталда кеңістіктік объектілерді редакциялау және олардың сипаттамалық ақпаратын жаңарту мүмкіндігі қарастырылған. Бұл геодеректер базасын өзектендіруге және монито-

рингтік ақпаратты жүйелі түрде толықтыруға мүмкіндік береді. Жүйе құрамына жер қойнауын пайдаланушылардың лицензиялық учаскелері, нақты жер пайдалану аумақтары, мұнаймен ластанған және антропогендік бұзылған жерлер, әкімшілік шекаралар, инфрақұрылым объектілері, сондай-ақ жоғары және орташа кеңістіктік ажыратымдылықтағы ғарыштық суреттердің тақырыптық қабаттары енгізілді.



Сурет 2. «Image Discovery» құралында таңдалған геодеректер суреттерін қарау.

Figure 2. Visualization of selected geospatial imagery in the «Image Discovery» tool.

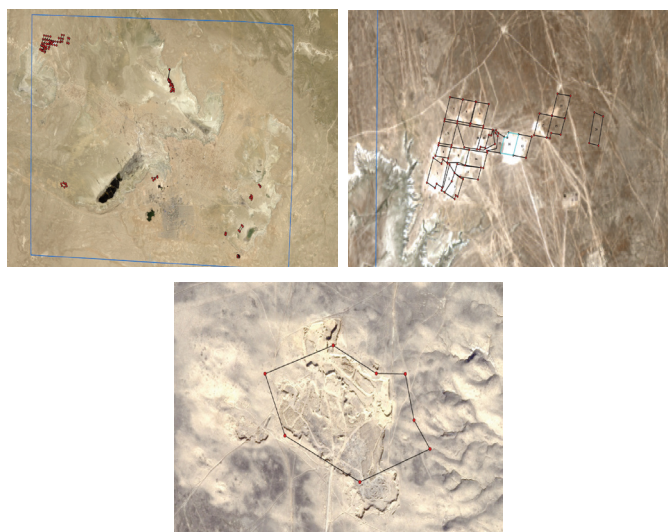
Рис. 2. Просмотр выбранных геоданных снимков в инструменте «Image Discovery».

Зерттеу нәтижелері

Зерттеу барысында Маңғыстау облысының аумағында жер қойнауын пайдалану объектілерінің лицензиялық учаскелердің белгіленген шекараларына сәйкестігі бағаланды. Кеңістіктік салыстыру нәтижесінде нақты жер пайдалану шекаралары мен лицензиялық учаскелердің белгіленген шекаралары арасында бірқатар сәйкессіздіктер анықталды. Атап айтқанда, лицензиялық учаскелердің шекарасынан тыс аумақтарды игеру, жекелеген учаскелердің қабаттасуы және нақты жер пайдалану шекараларының рұқсат беру құжаттарында көрсетілген аумақтарға сәйкес келмеуі сияқты жағдайлар белгіленді.

Анықталған кеңістіктік сәйкессіздіктер жер қойнауын пайдалану аумақтарының нақты жай-күйін бағалау және олардың белгіленген шекараларға сәйкестігін бақылау қажеттілігін көрсетеді. Кеңістіктік талдау нәтижелерін картографиялық түрде көрсету бұзушылықтардың орналасуын нақтылауға және қосымша тексеруді қажет ететін аумақтарды анықтауға мүмкіндік береді. Лицензиялық учаскелердің белгіленген шекаралары мен нақты жер пайдалану аумақтарының кеңістіктік арақатынасы және анықталған сәйкессіздіктер 3-суретте көрсетілген. Картада лицензиялық учаскелердің шекаралары мен нақты жер пайдалану аумақтарының контурлары көрсетіліп, олардың өзара орналасуы мен шекаралардан тыс орналасқан учаскелерді визуалды түрде бағалауға мүмкіндік береді.

Жоғары кеңістіктік ажыратымдылықтағы ғарыштық суреттер негізінде елді мекендер аумағындағы жер пайдалану құрылымына қосымша талдау жүргізілді. Ғарыштық мониторинг нәтижелерін мемлекеттік жер кадастрының



Сурет 3. Жерді пайдаланудың ЖКЗ деректері бойынша анықталған бұзушылықтары.

Figure 3. Detected land use violations based on remote sensing data.

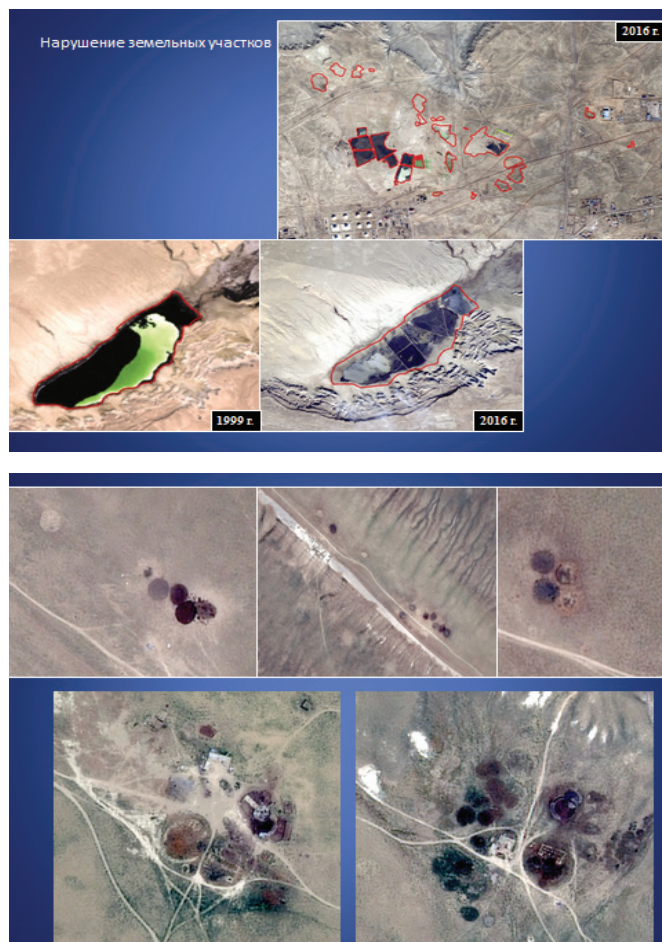
Рис. 3. Выявленные нарушения землепользования по данным ДЗЗ.

деректерімен салыстыру барысында кадастрлық ақпаратта көрсетілмеген немесе кеңістіктік сипаттамалары өзектендіруді қажет ететін жер учаскелері анықталды. Бұл қашықтан зондау материалдарын кадастрлық деректердің толықтығы мен кеңістіктік өзектілігін бағалау құралы ретінде пайдаланудың маңыздылығын көрсетеді.

Қашықтықтан зондау деректерін дешифрлеу нәтижесінде мұнаймен ластанған учаскелер анықталып, олардың кеңістіктік шекаралары мен таралу сипаты бағаланды. Кеңістіктік талдау ластану шоғырланған аумақтарды айқындауға және қосымша экологиялық зерттеу мен мониторингті қажет ететін учаскелерді белгілеуге мүмкіндік берді. Анықталған аумақтардың кеңістіктік орналасуын картографиялық түрде көрсету ластану ошақтарын визуалды бағалауға және олардың орналасу ерекшеліктерін талдауға жағдай жасайды. Мұнаймен ластанған учаскелердің кеңістіктік орналасуы 4-суретте көрсетілген.

Алынған нәтижелер мұнаймен ластанған аумақтарды анықтау және картографиялық бейнелеу үшін Жерді қашықтан зондау деректерін қолданудың тиімділігін көрсетеді. Дешифрлеу нәтижелерін геоақпараттық жүйемен интеграциялау ластанған учаскелердің кеңістіктік сипаттамаларын бағалауға, олардың өзгеруін бақылауға және экологиялық бақылау іс-шараларын ақпараттық қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

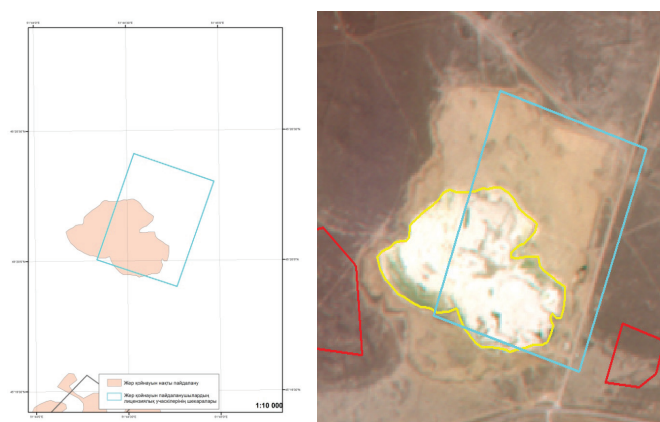
Лицензиялық учаскелердің белгіленген шекаралары мен нақты жер пайдалану аумақтарының шекараларының кеңістіктік арақатынасы 5-суретте көрсетілген. Картада лицензиялық учаскелердің шекаралары мен нақты жер пайдалану аумақтары жеке графикалық контурлар арқылы беріліп, олардың өзара орналасуы мен шекаралардың сәйкес келмеуін визуалды бағалауға мүмкіндік береді.



Сурет 4. Ластанған учаскелердің кеңістіктік орналасуы.

Figure 4. Spatial distribution of contaminated sites.

Рис. 4. Пространственное расположение загрязненных участков.



Сурет 5. Лицензиялық учаскелер шекараларының және жер қойнауын пайдаланушылар тарапынан жіберілген бұзушылықтардың сызбасы.

Figure 5. Scheme of licensed area boundaries and their violations by subsoil users.

Рис. 5. Схема границ лицензионных участков и их нарушения недропользователями.

Кеңістіктік талдау нәтижелері жекелеген учаскелерде нақты жер пайдалану шекараларының лицензиялық аумақтардың шекараларымен сәйкес келмейтінін және олардың арасында қабаттасу жағдайлары бар екенін көрсетті. Мұндай кеңістіктік сәйкессіздіктер жер қойнауын пайдалану учаскелерінің шекараларын нақтылау және геодеректерді өзектендіру қажеттілігін көрсетеді.

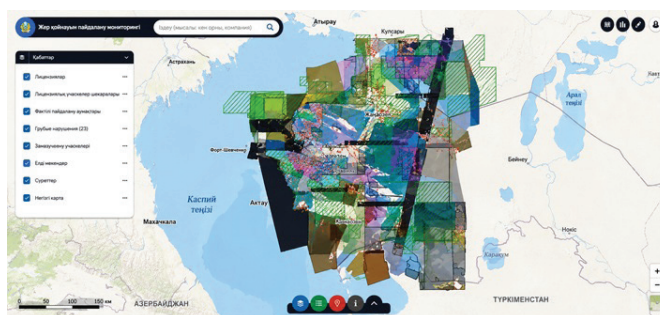
Аталған тәсіл лицензиялық учаскелердің кеңістіктік жағдайын көрнекі бағалауға және жер пайдалану шекараларындағы ықтимал бұзушылықтарды жедел анықтауға мүмкіндік береді. Нәтижелерді картографиялық түрде көрсету анықталған сәйкессіздіктерді кейінгі кадастрлық және құқықтық тексеру үшін негіз ретінде пайдалануға жағдай жасайды.

Геопорталдың интерфейсінде ғарыштық суреттер, лицензиялық учаскелер, жер пайдалану объектілері және мониторинг нәтижелерін қамтитын тақырыптық кеңістіктік қабаттар біріктірілген. Интерфейс арқылы ғарыштық суреттерді және тақырыптық қабаттарды бір уақытта визуализациялау, олардың өзара кеңістіктік орналасуын салыстыру және мониторинг объектілерін талдау мүмкіндігі қамтамасыз етіледі. Геопортал интерфейсінде мониторингке арналған негізгі кеңістіктік деректерді біртұтас ортада көрсету мысалы 6-суретте келтірілген.

Геопорталдың құрылымы мониторингтік деректерді жүйелі түрде жаңартуға және оларды кейінгі кеңістіктік талдау үшін пайдалануға мүмкіндік береді. Деректерді біртұтас цифрлық ортада визуализациялау мониторинг нәтижелерін кешенді бағалауға, объектілердің өзара кеңістіктік орналасуын талдауға және анықталған сәйкессіздіктерді жедел қарастыруға мүмкіндік береді.

Қорытынды

Зерттеу нәтижесінде Маңғыстау облысының жер ресурстары мен жер қойнауын пайдалану мониторингіне арналған геоақпараттық жүйе әзірленіп, оның ақпараттық негізін Жерді қашықтықтан зондтау, кадастрлық және



Сурет 6. Маңғыстау облысының жер ресурстары мен жер қойнауын пайдалануды мониторингтеу геопорталының интерфейсі.

Figure 6. Interface of the geospatial portal for monitoring land resources and subsoil use in the Mangystau Region.

Рис. 6. Интерфейс геопортала мониторинга земельных ресурсов и недропользования Мангистауской области.

кеңістіктік деректерді біріктіру арқылы қалыптастыру тәсілі ұсынылды.

Жүргізілген талдау ғарыштық мониторинг материалдарының нақты жер пайдалану жағдайын бағалауға және белгіленген шекаралардан ауытқуларды анықтауға мүмкіндік беретінін көрсетті. Бұл тәсіл жер ресурстары туралы кеңістіктік ақпаратты өзектендіру және мониторинг нәтижелерінің объективтілігін арттыру үшін қолданылуы мүмкін.

Әзірленген геопортал мониторингтік деректерді бірыңғай ақпараттық ортада жүйелеуге және оларды кеңістіктік талдауға мүмкіндік беретін практикалық құрал ретінде қалыптастырылды. Оның қолданылуы жер ресурстарын басқару және жер қойнауын пайдалану саласындағы бақылау үдерістерін ақпараттық қамтамасыз етуге бағытталған.

Ұсынылған әдістемелік тәсілді одан әрі жетілдіру мониторинг үдерістерін автоматтандыруға және көпмағынды ғарыштық деректер негізінде аумақтық өзгерістердің динамикасын бағалауға бағытталуы мүмкін.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Якубайлик О. Э. Жерді қашықтан зондтау деректері мен ГАЖ технологиялары негізінде дәл егіншілік және агромониторинг міндеттерін ақпараттық-аналитикалық қамтамасыз ету // Қазіргі егіншіліктегі топырақ құнарлылығы мәселелері: тың және тыңайған жерлерді игерудің 70 жылдығына арналған халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдары. – 2024. – Б. 36–39 (орыс тілінде)
2. Топырақ, су және орман: тау-кен өндірісінен туындайтын қауіптерді ГАЖ негізінде модельдеу және бағалауға шолу / J. Suh [және т. б.] // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2017. – Т. 14. – № 12. – 1463 (ағылшын тілінде)
3. Dibovuk O. Жердің деградациясын бағалауда қашықтан зондтаудың рөлі: мүмкіндіктері мен мәселелері // European Journal of Remote Sensing. – 2017. – Т. 50. – № 1. – Б. 601–613 (ағылшын тілінде)
4. Тау-кен өндіру аумақтарындағы экологиялық ортаны қашықтан зондтау арқылы мониторингтеудің даму барысы / W. Song [және т. б.] // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2020. – Т. 17. – № 6. – 1846 (ағылшын тілінде)
5. Кенжеғалиев Е. М. Жерді қашықтан зондтау деректері негізінде жерді тиімді пайдалану // Аграрлық нарық мәселелері. – 2021. – № 3. – Б. 180–185 (орыс тілінде).
6. ГАЖ-технологиялар мен қашықтан зондтау деректерін пайдалана отырып, ауыл шаруашылығы жерлерін пайдалануды ұзақ мерзімді есепке алу алгоритмін әзірлеу / Н. Т. Шогелова [және т. б.] // География және қоршаған ортаны басқару журналы. – 2024. – Т. 72. – № 1. – Б. 61–72 (орыс тілінде)

7. «Қазақстан Ғарыш Сапары» ҰК» АҚ. KazEOSat-1 және KazEOSat-2 спутниктері бойынша материалдар мен техникалық құжаттама. – Астана: «Қазақстан Ғарыш Сапары» ҰК» АҚ (орыс тілінде)
8. Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрінің 2014 жылғы 23 желтоқсандағы № 160 бұйрығы. Қазақстан Республикасында мемлекеттік жер кадастрын жүргізу қағидаларын бекіту туралы. – Астана, 2015 (орыс тілінде)
9. Бірнеше қашықтан зондтау деректер жиынтығын пайдалана отырып, жерүсті тау-кен өндірісі белдеулерін мониторингтеу: жаһандық шолу / L. Yu [және т. б.] // *Ore Geology Reviews*. – 2018. – Т. 101. – Б. 675–687 (ағылшын тілінде)
10. Esri. ArcGIS Desktop: пайдаланушы нұсқаулығы. – Редлендс, Калифорния: Environmental Systems Research Institute, 2020 (ағылшын тілінде)
11. Бударова В. А. Геопорталдық шешімдер аймақтық деңгейде талдау және шешім қабылдауды қолдаудың тиімді құралы ретінде // *Халықаралық ауылшаруашылық журналы*. – 2022. – № 5. – Б. 191–205 (орыс тілінде)
12. Орта Оралдың тау-кен өнеркәсібі аумақтарының экологиялық мәселелерін шешуге арналған геоақпараттық мониторинг / С. В. Корнилков [және т. б.] // *Тау-кен өнеркәсібі*. – 2022. – № 1S. – Б. 127–133 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Yakubailik O. E. *Informatsionno-analiticheskoe obespechenie zadach tochnogo zemledeliia i agromonitoringa na osnove dannykh distantsionnogo zondirovaniia Zemli i tekhnologii GIS [Information and Analytical Support for Precision Agriculture and Agromonitoring Tasks Based on Earth Remote Sensing Data and GIS Technologies]* // In: *Problemy plodorodiia pochv v sovremennom zemledelii [Problems of Soil Fertility in Modern Agriculture] Proceedings of the International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 70th Anniversary of the Development of Virgin and Fallow Lands*. – 2024. P. 36–39 (in Russian)
2. Overview of GIS-Based Modeling and Assessment of Mining-Induced Hazards: Soil, Water, and Forest / J. Suh et al. // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2017. – Vol. 14. – No. 12. – Article 1463 (in English)
3. Dubovyk O. The role of Remote Sensing in land degradation assessments: opportunities and challenges // *European Journal of Remote Sensing*. – 2017. – Vol. 50. – No. 1. – P. 601–613 (in English)
4. Progress in the Remote Sensing Monitoring of the Ecological Environment in Mining Areas / W. Song et al. // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2020. – Vol. 17. – No. 6. – Article 1846 (in English)
5. Kenzhegaliev E. M. *Effektivnoe zemlepolzovanie na osnove dannykh distantsionnogo zondirovaniia Zemli [Efficient land use based on Earth remote sensing data]* // *Problemy agrorynka [Problems of the Agrarian Market]*. – 2021. – No. 3. – P. 180–185 (in Russian)
6. *Razrabotka algoritma dolgovremennogo ucheta ispolzovaniia selkhozemel s primeneniem GIS-tekhnologii i promezhutochnykh dannykh distantsionnogo zondirovaniia [Development of an algorithm for long-term accounting of agricultural land use using GIS technology and remote sensing data]* N. T. Shogelova et al. *Zhurnal geografii i ratsional'nogo prirodogopol'zovaniia [Journal of Geography and Environmental Management]*. – 2024. – Vol. 72. – No. 1. – P. 61–72 (in Russian)
7. JSC «NC Kazakhstan Gharysh Sapary». *Materialy i tekhnicheskaiia dokumentatsiia po sputnikam KazEOSat-1 i KazEOSat-2 [Materials and Technical Documentation on the KazEOSat-1 and KazEOSat-2 Satellites]*. – Астана: JSC «NC Kazakhstan Gharysh Sapary» (in Russian)
8. *Prikaz Ministra natsional'noi ekonomiki Respubliki Kazakhstan ot 23 dekabria 2014 goda No. 160. Ob utverzhdenii Pravil vedeniia gosudarstvennogo zemel'nogo kadastra v Respublike Kazakhstan [Order of the Minister of National Economy of the Republic of Kazakhstan dated December 23, 2014 No. 160. On Approval of the Rules for Maintaining the State Land Cadastre in the Republic of Kazakhstan]*. Астана, 2014 (in Russian)
9. Monitoring surface mining belts using multiple remote sensing datasets: A global perspective / L. Yu et al. // *Ore Geology Reviews*. – 2018. – Vol. 101. – P. 675–687 (in English).
10. Esri. ArcGIS Desktop: User Guide. – Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2020 (in English)
11. Budarova V. A. *Geoportal'nye resheniia kak effektivnyi instrument analiza i podderzhki priniatiia reshenii na regional'nom urovne [Geoportal Solutions as an Effective Tool for Analysis and Decision-Making Support at the Regional Level]* // *Mezhdunarodnyi sel'skokhoziaistvennyi zhurnal [International Agricultural Journal]*. – 2022. – No. 5. – P. 191–205 (in Russian)
12. *Geoinformatsionnyy monitoring dlya resheniya ekologicheskikh zadach gornopromyshlennykh territoriy Srednego Urala [Geoinformation monitoring for solving environmental problems of mining territories of*

the Middle Urals] S. V. Kornilov et al. *Gornaya promyshlennost [Russian Mining Industry]*. – 2022. – No. 1S. – P. 127–133 (in Russian)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Якубайлик О. Э. Информационно-аналитическое обеспечение задач точного земледелия и агромониторинга на основе данных дистанционного зондирования Земли и технологий ГИС // Проблемы плодородия почв в современном земледелии: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию освоения целинных и залежных земель. – 2024. – С. 36–39 (на русском языке)
2. Обзор моделирования и оценки опасностей, вызванных горными работами, на основе ГИС: почва, вода и лесные ресурсы / J. Suh [и др.] // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2017. – Т. 14. – № 12. – Ст. 1463 (на английском языке)
3. Dibovuk O. Роль дистанционного зондирования в оценке деградации земель: возможности и проблемы // *European Journal of Remote Sensing*. – 2017. – Т. 50. – № 1. – С. 601–613 (на английском языке)
4. Прогресс в дистанционном зондировании и мониторинге экологического состояния горнодобывающих районов / W. Song [и др.] // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2020. – Т. 17. – № 6. – Ст. 1846 (на английском языке)
5. Кенжегалиев Е. М. Эффективное землепользование на основе данных дистанционного зондирования Земли // Проблемы агрорынка. – 2021. – № 3. – С. 180–185 (на русском языке)
6. Разработка алгоритма долговременного учета использования сельхозземель с применением ГИС-технологии и промежуточных данных дистанционного зондирования / Н. Т. Шогелова [и др.] // Журнал географии и рационального природопользования. – 2024. – Т. 72. – № 1. – С. 61–72 (на русском языке)
7. АО «НК «Қазақстан Ғарыш Сапары». Материалы и техническая документация по спутникам KazEOSat-1 и KazEOSat-2. – Астана: АО «НК «Қазақстан Ғарыш Сапары» (на русском языке)
8. Об утверждении Правил ведения государственного земельного кадастра в Республике Казахстан: приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 23 декабря 2014 года. – Астана, 2015 (на русском языке)
9. Мониторинг зон поверхностной добычи с использованием нескольких наборов данных дистанционного зондирования: глобальная перспектива / L. Yu [и др.] // *Ore Geology Reviews*. – 2018. – Т. 101. – С. 675–687 (на английском языке)
10. Esri. ArcGIS Desktop: руководство пользователя. – Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2020 (на английском языке)
11. Бударова В. А. Геопортальные решения как эффективный инструмент анализа и поддержки принятия решений на региональном уровне // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2022. – № 5. – С. 191–205 (на русском языке)
12. Геоинформационный мониторинг для решения экологических задач горнопромышленных территорий Среднего Урала / С. В. Корнилов [и др.] // Горная промышленность. – 2022. – № 1S. – С. 127–133 (на русском языке)

Авторлар туралы мәліметтер:

Мейрамбек Г., т. ғ. к., профессор, «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы, Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті (Алматы қ., Қазақстан), g.meirambek@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0002-4869-0587>

Үйсенов М. М., магистратура студенті, «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы, Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті (Алматы қ., Қазақстан), mekenujsenov@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0008-2503-6567>

Information about the authors:

Meirambek G., Candidate of Technical Sciences, Professor, Department of Mine Surveying and Geodesy, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Uysenov M. M., Master's student, Department of Mine Surveying and Geodesy, Kazakh National Research Technical University (Almaty, Kazakhstan)

Сведения об авторах:

Мейрамбек Г., к. т. н., профессор, кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия», Казахский национальный технический исследовательский университет им. К. И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан)

Үйсенов М. М., студент магистратуры, кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия», Казахский национальный исследовательский технический университет (г. Алматы, Казахстан)