






[https://doi.org/10.51885/3134-8009\\_IJS\\_2026\\_1\\_3](https://doi.org/10.51885/3134-8009_IJS_2026_1_3)

XFTAP 36.33.01

## АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ЖЕРЛЕРІН БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІНДЕГІ ГАЖ ҚҰРАЛДАРЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІ

## ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИС-ИНСТРУМЕНТОВ В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ ЗЕМЛЯМИ

## THE EFFECTIVENESS OF GIS TOOLS IN THE AGRICULTURAL LAND MONITORING AND MANAGEMENT SYSTEM

Ж.М. Жұматаева <sup>1\*</sup>, Ж.К. Мукалиев <sup>1</sup>, Д.С. Оналбаева <sup>2</sup>,  
К.Ж. Касымханова <sup>3</sup>, С.Р. Турганалиев <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>3</sup>Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан

\*Жауапты автор: Жұматаева Жазира Манарбекқызы, e-mail: Zhazira.Zhumatayeva@kaznu.kz

### Түйінді сөздер:

геоақпараттық жүйелер,  
ауылшаруашылық  
алқаптары, жер  
мониторингі, кеңістіктік  
талдау, қашықтықтан  
зондтау, жерге  
орналастыру, ресурстарды  
басқару,  
жерді қашықтықтан  
зондтау.

### ТҮЙІНДЕМЕ

Мақала Абай облысы мен Шығыс Қазақстан облысының мысалында ауыл шаруашылығы жерлерін мониторингілеу мен басқарудағы геоақпараттық құралдардың тиімділігін бағалайды. Топографиялық негіз, сандық топырақ карталары және Sentinel-2 спутнигінің деректері бірыңғай геобазаға біріктірілген: шынайы түсті композиттер және нормаланған айырмашылық вегетациялық индексі (NDVI), сондай-ақ ауылшаруашылық жамылғысының тақырыптық картасы. Әдістеме атмосфералық кедергілерді бүркемелеуді, маусымдық композиттерді құруды, жерді пайдалану кластары мен топырақ типтері бойынша NDVI аймақтық статистикасын, сондай-ақ процестің тиімділік критерийлерін (дәлдік, тиімділік, еңбек сыйымдылығы, интероперабельділік) қамтиды. Агростресс аймақтары мен айырмашылықтарын анықтайтын аграрлық ландшафттардың жай-күйінің карталары мен басқару қоймалары алынды «егістік алқаптары» және «жайылымдардың деградациясы». Ғылыми жаңалық цифрлық топырақ карталарын өзектендіру үшін спутниктік индикаторлар мен топырақ зоналығының тәжірибеге бағытталған интеграциясынан тұрады. Практикалық маңыздылығы – жаңартулардың қайталанатын регламентінде және деректердің басқаруда қолдануға дайындығында.

### Ключевые слова:

геоинформационные  
системы, сельскохозяй-  
ственные угодья,

### АННОТАЦИЯ

Статья оценивает эффективность геоинформационных инструментов в мониторинге и управлении сельхозземлями на примере Абайской области и Восточно-Казахстанской области.



мониторинг земель,  
пространственный анализ,  
дистанционное  
зондирование,  
землеустройство,  
управление ресурсами,  
дистанционное  
зондирование Земли.

Топографическая основа, цифровые почвенные карты и данные со спутника Sentinel-2 объединены в единую геобазу: композиты истинного цвета и индекс нормированной разности вегетации (NDVI), а также тематическая карта сельскохозяйственного покрова. Методология включает маскировку атмосферных барьеров, создание сезонных композитов, региональную статистику NDVI по классам землепользования и типам почв, а также критерии эффективности процесса (точность, эффективность, трудоемкость, интероперабельность). Получены карты состояния и управленческие хранилища аграрных ландшафтов, определяющие зоны агростресса и различия между «пахотные земли» и «деградация пастбищ». Научное открытие заключается в практико-ориентированной интеграции спутниковых индикаторов и почвенной зоны для актуализации цифровых почвенных карт. Практическая значимость заключается в воспроизводимости обновлений и готовности данных к использованию в управлении.

---

**Keywords:**

geographic information systems, agricultural lands, land monitoring, spatial analysis, remote sensing, land management, resource management, remote sensing of the Earth.

---

**ABSTRACT**

The article evaluates the effectiveness of geoinformation tools in monitoring and managing agricultural lands using the example of the Abai region and the East Kazakhstan region. The topographic base, digital soil maps and data from the Sentinel-2 satellite are combined into a single geobase: true-color composites and the index of normalized vegetation difference (NDVI), as well as a thematic map of agricultural cover. The methodology includes the masking of atmospheric barriers, the creation of seasonal composites, regional NDVI statistics on land use classes and soil types, as well as criteria for the effectiveness of the process (accuracy, efficiency, labor intensity, interoperability). State maps and management repositories of agricultural landscapes have been obtained, defining the zones of agrostress and the differences between "arable land" and "pasture degradation". The scientific discovery consists in the practice-oriented integration of satellite indicators and the soil zone for updating digital soil maps. The practical importance lies in the reproducibility of updates and the availability of data for use in management.

---

**КІРІСПЕ**

Жеделдетілген Климаттық ауытқулар және антропогендік жүктеменің артуы ауылшаруашылық жерлерінің өнімділігінің кеңістіктік гетерогенділігін күшейтеді және басқару шешімдерін қабылдауды қиындатады. Спутниктік бақылауларды, топографиялық және топырақ деректерін біріктіретін географиялық ақпараттық жүйелер мониторинг пен жоспарлаудың негізгі құралына айналды, бірақ олардың континентальды климат пен аймақтың жерді пайдалану мозаикасы жағдайында нақты тиімділігі жеткілікті зерттелмеген. Соңғы жылдардағы басылымдар агроландштейндерді картаға түсіру үшін өсімдік индекстері мен оқытылатын классификациялардың әлеуетін көрсетеді, бірақ көбінесе бір маусыммен шектеледі, топырақтың аудандастырылуын нашар ескереді және нәтижелерді басқарушылық қоймаларға жарамды бірыңғай дерекқорға сирек біріктіреді. Демек, гипотеза: спутниктік белгілерді (шынайы түсті Sentinel-2 композиттері және нормаланған айырмашылық вегетациялық индексі), ауылшаруашылық жамылғысының тақырыптық қабатын және цифрлық топырақ карталарын бірлесіп талдау агроландштейндердің жай-күйін бағалаудың объективтілігін арттыруға және қорытындыларды басқару үшін операциялық етуге мүмкіндік береді.

Зерттеудің мақсаты – Абай облысы мен Шығыс Қазақстан облысының мысалында ауыл шаруашылығы жерлерін мониторингілеу және басқару үшін геоақпараттық

құралдар жиынтығының тиімділігін бағалау. Міндеттері: (1) топо-негізді, топырақ полигондарын және спутниктік деректерді бірыңғай геобазаға біріктіру; (2) шынайы түсті композиттер мен NDVI индексі негізінде маусымдық карталарды салу және верификациялау; (3) ауыл шаруашылығы жамылғысының сыныптары мен топырақ түрлері бойынша NDVI аймақтық статистикасын орындау; (4) басқару қоймалары мен өлшемдерін қалыптастыру тиімділік (дәлдік, жеделдік, еңбек сыйымдылығы, интероперабельділік); (5) нәтижелердің мониторингтің жиынтық өнімі ретінде цифрлық топырақ карталарын қалай нақтылайтынын және өзектендіретінін көрсету.

### ЗЕРТТЕУ МАТЕРИАЛДАРЫ МЕН ӨДІСТЕРІ

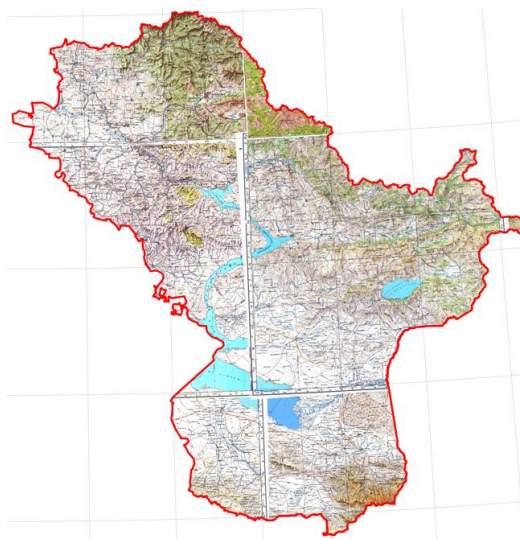
Зерттеу нысандары Абай облысы мен Шығыс Қазақстан облысының (ШҚО) ауыл шаруашылығы алқаптары болып табылады. Екі аумақ та континенттік климатымен ерекшеленеді, бірақ орографиялық құрылымы мен ылғалдылығының айырмашылығын көрсетеді: Абай облысы басым құрғақ үстірттер мен бассейндермен ұсынылған, ал ШҚО биіктік зоналылығы айқын тау бөктеріндегі белдеуді қамтиды. Бұл аймақтарды әдіснамалық тұрғыдан салыстыруға және сонымен бірге агроландштейндердің өнімділігіне әсер ететін факторларға қарама-қайшы етеді.

Барлық аудандар мен геометриялық есептеулер QazTRF-23; веб-ұсыну үшін – EPSG:4326/3857 (1, 2-сурет).



**1-сурет.** Абай облысының топографиялық негізі

*Ескерту – авторлар құрастырған*



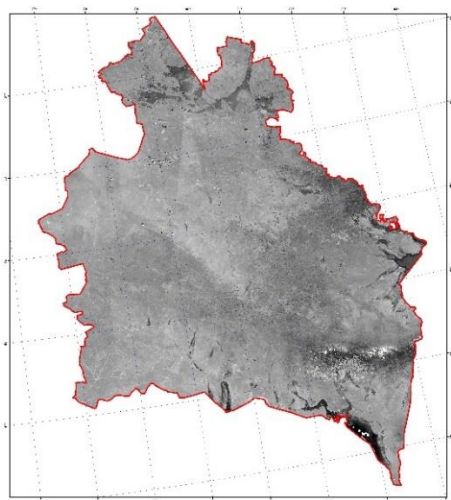
**2-сурет.** Шығыс Қазақстан облысының топографиялық негізі

Спутниктік деректер. Sentinel-2 L2A (Copernicus), 10-20 м, екі аймақ үшін де 2025 жылдың 01-30 маусымында бір бақылау терезесі; CLOUDY\_PIXEL\_PERCENTAGE  $\leq$  40 % кезінде Copernicus Browser арқылы таңдау (3, 4-суреттер). Арналар: B2, B3, B4, B8 және SCL сапа қабаты.

Бір номенклатураға (FAOSOIL, DOMSOIL, PHASE, MSC, AREA\_HA) қалыпқа келтірілген екі аймақтың сандық топырақ карталары (вектор). Әкімшілік шекаралар. Жинақтарды біріктіру үшін Абай облысы мен ШҚО аудандарының заманауи шекаралары.

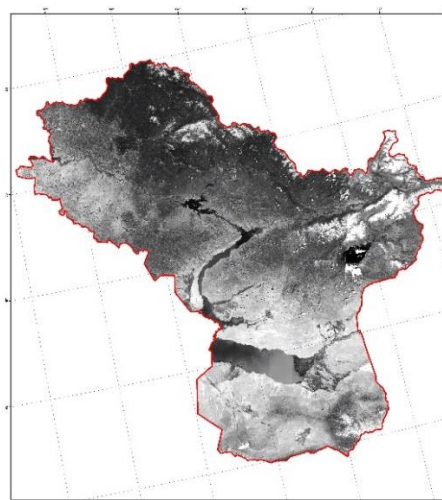
Көріністерді таңдау және SCL маскировкасы екі аймақ үшін де бірдей орындалды. True Color композиттері және NDVI есебі бірдей параметрлермен қалыптасты (медиана,

гистограмманы созу; NDVI формуласы), экспорт — GeoTIFF/COG, 10 м.бұл салыстыру кезінде әдістемелік өзгерістерді болдырмайды (Khanal et al., 2020).

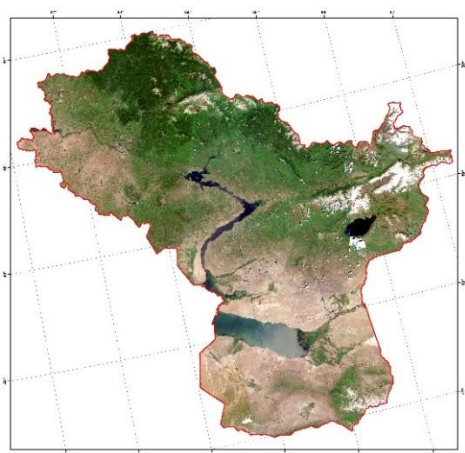


**3-сурет.** Абай облысының спутниктік деректері Sentinel-2 L2A

*Ескерту – авторлар құрастырған*

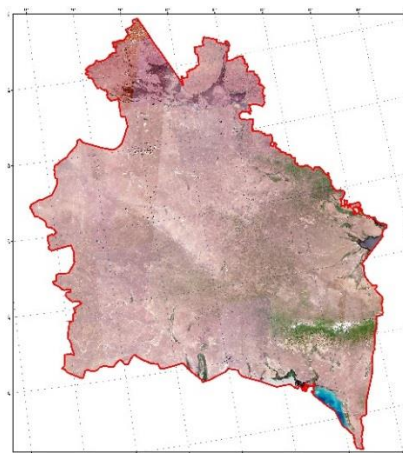


**4-сурет.** ШҚО-ның спутниктік деректері Sentinel-2 L2A



**5-сурет.** ШҚО-ның Sentinel-2\_L2A\_True\_Color көрінісі

*Ескерту – авторлар құрастырған*



**6-сурет.** Абай облысының Sentinel-2\_L2A\_True\_Color көрінісі

Топырақ деректерін дайындау және қалыпқа келтіру (екі жиынтық үшін). Сканерлеу геореференциясы және векторлау бір хаттама бойынша орындалды ( $RMS \leq \pm 1,5$  пикс.; полигонды қосу шегі  $\geq 0,5$  га; st\_isvalid топологиясы) (Karmakar et al., 2024). Екі аймақтың атрибутикасы ортақ атрибуттары (FAO кодтары, фазалар, механикалық құрам) келтірілген, бұл «топырақ түрі × жерді пайдалану» кросс-аналитикасын жүргізуге мүмкіндік береді.

NDVI аймақтық статистикасы: (i) Agriculture сыныптары бойынша, (ii) екі облыстың әр ауданының ішінде агрегациясы бар топырақ полигондары бойынша есептелді. Көрсеткіштер: орташа, медиана, SD, Q1-Q3, NDVI үлесі  $< 0,35$  және  $NDVI > 0,60$ . Overlay: soils × agriculture және admin units бойынша жинақтау (Vtar et al., 2020).

Overlay soils\_poly × agriculture\_2025 Абай облысы мен ШҚО үшін бөлек орындалды, содан кейін көрсеткіштер бірдей топырақ кластары мен жер типтері деңгейінде салыстырылды (Rafikov et al., 2024).

Бірыңғай маусымдық терезе және бірдей өңдеу параметрлері; үйлесімді Agriculture және FAO аңыздары; «топырақ түрі × жер түрі» бойынша аумақтық нормалау және стратификация; орографиялық позицияны есепке алу (Жайылма/еңіс/су алабы); қажет болған жағдайда параметрлік емес сынақтар (Mann–Whitney,  $p < 0,05$ ).

### НӘТИЖЕЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

Агроландрафттардың жай-күйін жан-жақты талдау және жерді пайдалануды оңтайландыру үшін сандық және сапалық көрсеткіштерді қамтитын интеграцияланған деректер базасын қалыптастыру қажет (Frimpong et al., 2023). Мұндай базаға қойылатын маңызды талап-ақпаратты графикалық (картографиялық) түрде визуализациялау мүмкіндігі.

Бұл мәселелерді шешудің ең тиімді құралы-әртүрлі сипаттағы кеңістіктік деректерді біріктіруге және талдауға мүмкіндік беретін геоақпараттық модель. Осы модельді пайдалану ауыл шаруашылығы алқаптарының бөлінуі, су ресурстарының жай-күйі, жер бедері, сондай-ақ аграрлық Ландшафттардың өнімділігіне әсер ететін басқа да параметрлер туралы мәліметтерді қамтитын егжей-тегжейлі картографиялық материал алуды қамтамасыз етеді (Sun et al., 2022).

Сонымен қатар, геоақпараттық модель кеңістіктік талдау жүргізуге, заңдылықтарды анықтауға, жерді пайдалану сценарийлерін модельдеуге және агроэкологиялық жоспарлау саласында негізделген шешімдер қабылдауға мүмкіндік беретін кең аналитикалық мүмкіндіктерге ие (Saha et al., 2019).

Жер ресурстарын пайдаланудың жай-күйі мен тиімділігін бағалау құралы ретінде модель 1-кестеде көрсетілген логикалық құрылымдалған ақпараттық блоктарды қамтиды.

**1-кесте.** Логикалық құрылымдалған ақпараттық блок

Кезең	Графикалық	Атрибуттық	Есептеу-аналитикалық
Мақсаты	Аймақты картографиялық моделдеу үшін бастапқы кеңістіктік ақпаратты жинау және жүйелеу	Кеңістіктік талдауға қажет статистикалық, сандық және сапалық сипаттамаларды жинау	Жер ресурстарын пайдалану тиімділігін бағалау және шешім қабылдауды қолдау
Кіріс деректер/ көздер	Спутниктік суреттер; әуе түсірілімдері; геодезиялық және спутниктік позициялау жүйелері; заманауи және мұрағаттық жоспарлы-картографиялық материалдар	Әкімшілік/салалық деректер; жер учаскелері реестрлері; жер сапасы мен көрсеткіштері; далалық тексерістер	Графикалық және атрибуттық қабаттар; индекстер (NDVI, NDWI, MSI т.б.); регламенттік нормалар
Пішімдер мен құралдар	Векторлық (shp, gdb), GRID (растор), TIN (үшбұрышты тұрақты емес желі), аналогтық (қағаз)	Кестелік БҚ (DBMS), CSV/Excel; геодеректер базасы (GDB/PG); метадеректер	ГАТ/ҚЗА әдістері (оверлей, буфер, интерполяция, қайта жіктеу, модель құру); картографиялық диаграммалар
Негізгі әрекеттер	Геодеректерді цифрлау, геореферлеу, проекциялау; векторлау; растор/вектор конверсиясы; базалық қабаттарды дайындау	Деректерді біріктіру (join/relate); тазалау және валидация; кодтау/классификация; метадерек толтыру	Көрсеткіштерді есептеу; салыстыру және интеграция; заңдылықтарды анықтау; картографиялық визуализация

1-кестенің соңы

Кезең	Графикалық	Атрибуттық	Есептеу-аналитикалық
Шығыс/ нәтиже	Ауданның базалық картасы: шекаралар, гидрография, жолдар, ЖЖҚ және т.б. қабаттар	Атрибуттық мәліметтер базасы – әр полигон/объект үшін толық сипаттамалар	Талдау карталары, рейтингтер, есептер, ұсыныстар
Бағалау өлшемдері	Геометриялық дәлдік; проекцияның бірізділігі; қабаттардың толықтығы	Деректердің өзектілігі, сенімділігі; кодтардың сәйкестігі; бос мәндердің үлесі	Модель дәлдігі; сезімталдық/робастылық; визуалдың түсініктілігі; шешімге әсері
<i>Ескерту – авторлар құрастырған</i>			

Аграрлық Ландшафттардың жай-күйін кешенді бағалау және жерді пайдалануды оңтайландыру үшін сандық және сапалық көрсеткіштерді қамтитын кеңістікке бағытталған мәліметтер базасын құру қажет (Sarmah et al., 2018). Мұндай база аграрлық аумақтарды визуализациялауды және кеңістіктік-уақыттық талдауды қамтамасыз етуге қабілетті геоақпараттық модельге біріктірілуі тиіс.

NDVI маусымдық композиттері 01-30.06.2025 үшін вегетациялық белсенділіктің тұрақты градиенттерін анықтайды (Hively et al., 2011). Жоғары мәндер жайылмаларға, приозерные кешендерге және ылғалданған шабындықтарға орайластырылған; төмен мәндер – суайрықтарға, эрозиялық-қауіпті беткейлерге және егістік жерлерді өңдеудің технологиялық фазаларында жалаңаш топырағы бар учаскелерге (Абай облысы мен ШҚО үшін NDVI карталарын қараңыз). Индекстің ауданішілік мозаикасы микрорельефтің, топырақ-гидрологиялық жағдайлардың және Жерді пайдаланудың ағымдағы фазасының үйлесімін көрсетеді.

NDVI — ді True Color-мен сәйкестендіру интерпретацияның дұрыстығын растайды: "жасыл" массивтер NDVI жоғарылаған аймақтармен визуалды түрде сәйкес келеді, ал жалаңаш/әлсіз тартылған беттер төмендейді. Agriculture маскасы ылғалдың жетіспеушілігіне немесе шамадан тыс жүктелуіне байланысты ықтимал агрострессмен (жайылым/шабындық) NDVI (дайындық/жинау кезеңіндегі егістік) төмен мәндерінің технологиялық себептерін бөлуге мүмкіндік береді (Ivlieva et al., 2020). NDVI/Agriculture жұптасқан терезелерінде жайылмаларда NDVI жоғары сыныптарының үлесі басым, ал су айдындарында төменгі және орта сыныптар басым.

Agriculture маскасының астындағы NDVI айырмашылықтарды көрсетеді (7,8-сурет):

Егістік бізде NDVI медианалары төмен және өзгермелі (өрістерді өңдеудің әр түрлі фазалары); NDVI пикселдерінің үлесі  $< 0,35$  құрғақ аудандарда және үстірттерде жоғарылайды.

Шабындықтар болса тұрақты NDVI медианалары; жауын-шашыннан кейін батпақты жерлерде жоғары интерквартильді диапазон байқалады (Shekhar et al., 2022).

Жайылымдар су айдындарында және жайылым жүктемесі жоғары аудандарда  $NDVI < 0,35$  үлесінің жоғарылауы; жоғары мәндегі жергілікті "дақтар" төмендеу немесе жасанды суару тесіктерімен сәйкес келеді (Sivakumar et al., 2023).

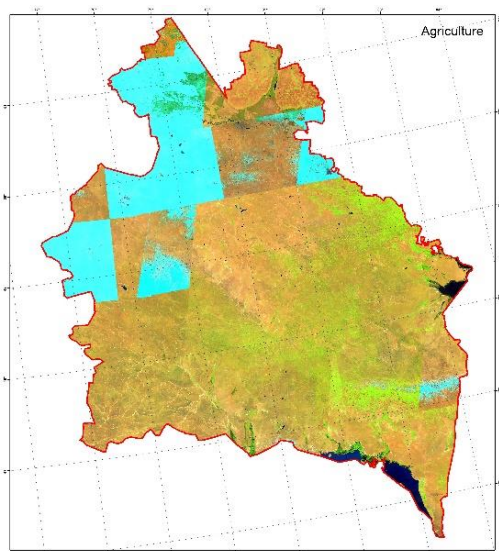
Аудандар бойынша негізгі айырмашылықтарды агротехниканы (жұмыс күнтізбесін), микрорельефті және топырақ кесіндісін ескере отырып түсіндірген жөн. Абай облысы мен Шығыс Қазақстан облысының (ШҚО) топырақ карталары өнімділіктің түбегейлі әртүрлі табиғи алғышарттарын белгілейді.

Абай облысы үстірттерде және тау аралық бассейндерде каштан және ашық каштан кешендері басым, құмды және сазды жерлер бар. Бұл комбинациялар ылғал сыйымдылығын шектейді және вегетациялық белсенділіктің төмен "фонна" әкеледі.

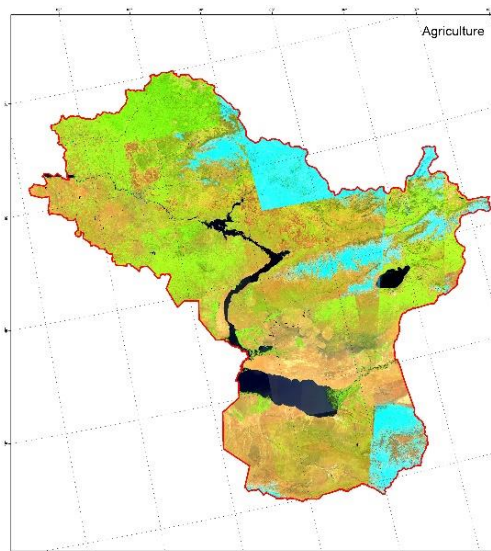
ШҚО-сы айқын тау бөктеріндегі мозаика: ірі өзендердің жайылмаларындағы аллювиалды кешендер және тау бөктеріндегі Топырақтың құрамы жағынан ауыр. Бұл

құрылым ылғалмен қамтамасыз етуді арттырады және Маусымда өсімдік индексінің тұрақты жоғары мәндеріне жағдай жасайды.

Топырақ зоналылығы өсімдік потенциалының айырмашылықтарын алдын ала белгілейді: аллювий және ауыр саздақтар көбінесе индекстің жоғары мәндерімен, жеңіл және тұзды кешендермен-төмендетілген және өзгермелі.



**7-сурет.** Абай облысының Agriculture  
*Ескерту – авторлар құрастырған*



**8-сурет.** ШҚО-ның Agriculture

Agriculture индексі қабаты салыстырылатын аймақтардағы ауылшаруашылық жерлерінің конфигурациясындағы айқын айырмашылықтарды анықтады (7, 8-суреттер) (Nie & Yang, 2021).

Абай облысында (7-сурет) үстірттермен және тау аралық ойпаттармен шектесетін іріактам егістік алқаптары басым, ал жайылымдар мен шабындықтар мозаикалық кірістірулерді құрайды. Мұндай орналасу технологиялық терезелерде топырақтың қысқа мерзімді жалаңаштануы бар учаскелердің үлесін арттырады және сәйкесінше осы кезеңдерде өсімдік индексінің төмен мәндерінің пайда болуы ықтималдығын арттырады.

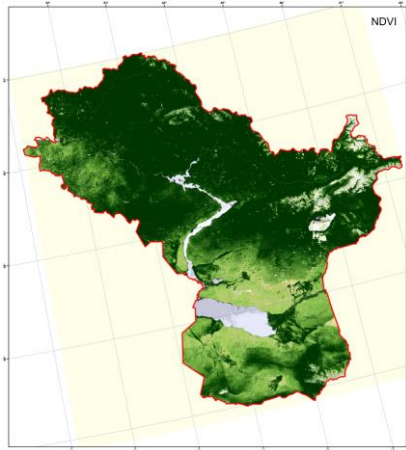
Шығыс Қазақстан облысында (ШҚО) (8-сурет) ауыл шаруашылығы жамылғысы жайылмалар мен тау бөктеріне қарай тартылады және ішкі біртектілігімен сипатталады. Ылғалданған жер бедерінің болуы (аңғарлар, шлейфтер, Приозер аймақтары) жаздың басында да тұрақты вегетациялық белсенділікке жағдай жасайды.

Егістік үшін маусымдық терезеде индекстің төмен мәндері ең алдымен агротехнологияның фазаларын (дайындық, бу) есепке алуды қажет етеді. Жайылымдар мен шабындықтар үшін тұрақты төмен мәндер агроэкологиялық стрессті (ылғалдың жетіспеушілігі, шамадан тыс жүктеме, шөптің деградациясы) көрсетеді.

NDVI-дің 01-30.06. 2025 маусымдық композициялары жерді пайдалану мен рельефке сәйкес заңдылықтарды көрсетеді (9, 10-суреттер).

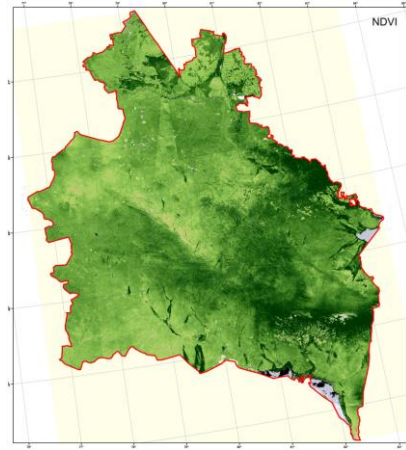
ШҚО-да ең жоғары мәндер ірі су ағындарының жайылмаларына және тау бөктеріндегі шабындықтарға орайластырылған; индекстің ауданішілік өзгеріштігі биіктік зоналылығына және беткейлердің қарама-қарсы экспозициясына байланысты жоғары.

Абай облысында фон тегіс және орташа/төмен мәндерге ауысады: үстірттер мен бассейндерде белсенділігі төмен учаскелер басым, ал жоғары мәндегі «аралдар» су объектілері мен суармалы алқаптарда локализацияланған.



9-сурет. ШҚО-ның NDVI

Ескерту – авторлар құрастырған



10-сурет. Абай облысының NDVI

Негізгісінен Абай облысындағы тұрақты төмен NDVI кластары жайылымдық үстірттермен және жеңіл/сортаң топырақтармен кеңістікте сәйкес келеді; ШҚО - да олар көбінесе топырақ профилінің қуаты мен ылғал сыйымдылығы шектелген беткей позициялармен байланысты (Padhiary et al., 2024).

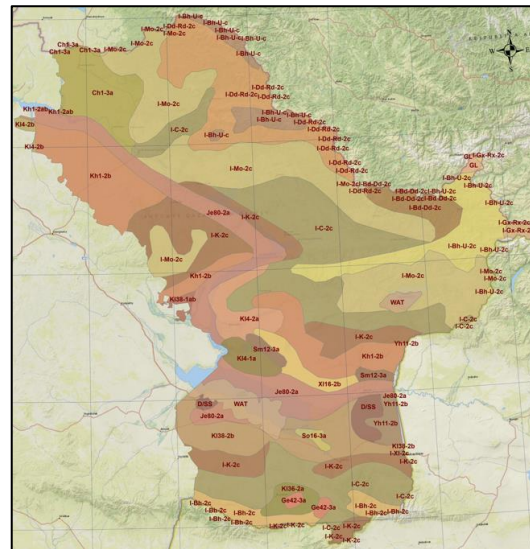
Топырақ карталары анықталған қарама-қайшылықтардың табиғатын нақтылайды. Абай облысында (11-сурет) құмды және сортаңды учаскелердің қосындылары бар каштан және ашық-каштан кешендері басым. Бұл комбинациялар ылғалдың төмен сыйымдылығымен сипатталады және су айдындарында NDVI орташа төмен мәндерінің басым болуын түсіндіреді.

ШҚО-да (12-сурет) аңғарлар мен тау бөктеріндегі аллювиалды және одан да ауыр кешендердің үлесі жоғары; олар маусымдық терезеде тұрақты жоғары NDVI мәндерін сақтайды және қысқа қашықтықта кескіндеменің мозаикасын күшейтеді.



11-сурет. Абай облысының  
топырақ картасы

Ескерту – авторлар құрастырған



12-сурет. ШҚО-ның  
топырақ картасы

Топырақ зоналылығы өсімдіктердің "әлеуетін" анықтайды: аллювиалды/ауыр сазды қалыңдықтар көбінесе NDVI жоғары маусымдық мәндеріне сәйкес келеді; жеңіл және тұзды кешендер — төмендетілген және өзгермелі.

Білағал факторы және рельефтегі позиция. ШҚО жайылмалар мен тау бөктерінің дамыған желісіне ие бола отырып, NDVI жоғары аумақтардың үлкен үлесін және неғұрлым айқын ішкі масштабты мозаиканы көрсетеді. Абай облысында үстірттер мен жеңіл топырақтардың басым болуы орташа-төмен мәндердің кең өрістерін қалыптастырады.

Егістікте төмен NDVI көбінесе фазалық (технологиялық жалаңаштау), жайылымдарда — мүмкін агрострессінің көрсеткіші (Kingra et al., 2016). Жайылмалардағы шабындықтар индекс интервалдарын калибрлеу үшін жоғары белсенділіктің жергілікті "стандарттары" бола алады.

Абай облысы: NDVI мәндері тұрақты төмен жайылымдық үстірттерге жүктемені реттеуді көздеу, сумен қамтамасыз ету бойынша нүктелік іс-шараларды (суағарлар, микро тоғандар) іске асыру, сондай-ақ осал учаскелерде жергілікті эрозияға қарсы тәжірибелерді енгізу.

ШҚО-да баурайдағы жайылымдарды басқару (контурлық ұйымдастыру, жайылымды шектеу) және жайылмалы шабындықтарды өнімділігі жоғары тұрақты аймақтар ретінде ұстау. Екі аймақтағы егістік жерлер үшін-технологиялық "терезелердің" әсерін болдырмайтын көп қабатты қатарлар бойынша бағалау.

Интерпретация 2025 жылдың маусымдық терезесіне жатады және сезімтал: (I) валидті пиксель маскасының сапасы, (II) белгілі бір маусымның ауа-райы, (III) Agriculture қабатының өзектілігі және (IV) визуализация шектерін таңдау. Басқарушылық тұжырымдар үшін көпжылдық салыстырмалы терезелерге және жерді пайдалану қабаттарын үнемі жаңартып отыруға сүйенген жөн.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Зерттеу біртұтас технологиялық контурға негізделген ауылшаруашылық жерлерін бақылау және басқару мәселелерін шешуде ГАЗ құралдарының тиімділігін көрсетті: Sentinel-2 L2A → ГАЗ-да өңдеу → Agriculture маскасының астындағы индекс (NDVI) → цифрлық топырақ карталарымен қиылысу → басқару қорытындылары. Екі қарама-қарсы өңір үшін (Абай облысы және Шығыс Қазақстан облысы) бірыңғай және жаңғыртылатын ГАЗ-рәсім нәтижелердің салыстырмалылығын, интерпретациялардың ашықтығын және операциялық қолданыстылығын қамтамасыз ететіні көрсетілген.

Іс жүзінде ГАЗ не береді (жұмыста тексерілген):

- Жылдамдық және масштабтау. Sentinel-2-ді автоматтандырылған құрастыру және өңдеу салыстырмалы карталарды (True Color, NDVI, Agriculture) маусымдық терезелерге көп уақытты қажет етпестен алуға мүмкіндік береді.

- Түсіндіру дәлдігі. NDVI-дің ауылшаруашылық және топырақ карталарымен кеңістіктік үйлесуі жалған тұжырымдардың санын азайтады (егістіктің технологиялық жалаңаштығын жайылым/шабындық агрострестен бөледі; топырақ пен ландшафт шектеулерін ескереді).

- Басқарушылық утилиты. Карталар мен аналитика қолданбалы өнімдерге оңай ауысады: "проблемалы" өрістер/жайылымдар тізбесі, Мелиорация және сумен қамтамасыз ету кезектілігі, беткейлік учаскелер үшін контурлық ұсыныстар.

- Үнемділік. Ашық Copernicus деректерін және типтік ГАЗ операцияларын пайдалану жеткілікті егжей-тегжейлерді (10-20 м) сақтай отырып, бақылау шығындарын азайтады.

Тиімділікке байлам арқылы қол жеткізілетін агроландшпейндердің жай-күйін бағалау регламенті ұсынылды: NDVI (жылдам индикатор ретінде) + Agriculture (жерді пайдалану контексті) + цифрлық топырақтар (аумақтардың әлеуеті).

ГАЗ құралдары табиғи жағдайды (топырақ, рельеф, ылғалдылық) технологиялық (өңдеу фазасынан) қалай бөлетінін көрсететін бірыңғай маусымдық терезеде аймақаралық салыстыру жүргізілді.

Тұрақты мониторинг пен ведомстволық есептілікке жарамды қайталанатын ГАЗ процедуралары мен карталар жиынтығы құрылды.

Нәтижелер: (I) басқарушылық іс-қимылдарға басымдық беру үшін (жайылымдық жүктемені реттеу, жергілікті мелиорация, суармалы жерлер), (II) "технологиялық терезелерді" ескере отырып, далалық жұмыстарды жоспарлау үшін, (III) жер пайдаланудың цифрлық топырақ және тақырыптық карталарын жыл сайын жаңарту үшін қолданылуы мүмкін. Құралдар жинағы корпоративтік ГАЗ және веб-бақылау қызметтерімен үйлесімді.

Деректерді дұрыс жинақтап, нәтижелерді контекстке сай түсіндірген жағдайда ГИС-құралдары ауылшаруашылық жерлерін жедел, қайталамалы және экономикалық жағынан тиімді мониторингілеуді қамтамасыз етіп, табиғи әрі технологиялық әртекстілік жағдайында басқарушылық шешімдерді негіздеуді күшейтеді.

**МҮДДЕЛЕР ҚАЙШЫЛЫҒЫ:** Авторлар мүдделер қайшылығы жоқ екенін мәлімдейді.

#### **ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ПАЙДАЛАНУ ТУРАЛЫ**

**ХАБАРЛАМА:** Ғылыми мақалалардың авторлары өз еңбектерін дайындау барысында жасанды интеллект (ЖИ) құралдарын қолданбады.

#### **ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ**

- Frimpong, B. F., Koranteng, A., Atta-Darkwa, T., Junior, O. F., & Zawila-Niedźwiecki, T. (2023). Land cover changes utilising Landsat satellite imageries for the Kumasi metropolis and its adjoining municipalities in Ghana (1986–2022). *Sensors*, 23, 2644. <https://doi.org/10.3390/s23052644>
- Hively, W. D., McCarty, G. W., Reeves, J. B., Lang, M. W., Oesterling, R., & Delwiche, S. R. (2011). Use of airborne hyperspectral imagery to map soil properties in tilled agricultural fields. *Applied and Environmental Soil Science*, 2011, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2011/358193>
- Ivlieva, N. G., Manuhov, V. F., & Alferina, A. V. (2020). Cartographic and geoinformation support of soil and agrochemical research (on the example of a separate agricultural enterprise). *InterCarto. InterGIS. Geoinformation support for sustainable development of territories: Proceedings of the International Conference*, 26(2), 41–53. <https://doi.org/10.35595/2414-9179-2020-2-26-41-53>
- Joiner, J., Yoshida, Y., Anderson, M. C., Holmes, T., Hain, C., Reichle, R. H., Koster, R. D., Middleton, E. M., & Zeng, F. (2018). Global relationships among traditional reflectance vegetation indices (NDVI and NDII), evapotranspiration (ET), and soil moisture variability on weekly timescales. *Remote Sensing of Environment*, 219, 339–352. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.10.020>
- Karmakar, P., Teng, S. W., Murshed, M., Pang, P., Li, Y., & Hao, L. (2024). Crop monitoring by multimodal remote sensing: A review. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 33, 101093. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2023.101093>
- Khanal, S., Kushal, K. C., Fulton, J. P., Shearer, S., & Ozkan, E. (2020). Remote sensing in agriculture—accomplishments, limitations, and opportunities. *Remote Sensing*, 12, 3783. <https://doi.org/10.3390/rs12223783>
- Kingra, P. K., Majumder, D., & Singh, S. P. (2016). Application of remote sensing and GIS in agriculture and natural resource management under changing climatic conditions. *Agricultural Research Journal*, 53, 295–302. <https://doi.org/10.5958/2395-146X.2016.00058.2>
- Matsushita, B., Yang, W., Chen, J., Onda, Y., & Qiu, G. (2007). Sensitivity of the Enhanced Vegetation Index (EVI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to

- topographic effects: A case study in high-density cypress forest. *Sensors*, 7(11), 2636–2651. <https://doi.org/10.3390/s7112636>
- Nie, J., & Yang, B. (2021). A detailed study on GPS and GIS enabled agricultural equipment field position monitoring system for smart farming. *Scalable Computing: Practice and Experience*, 22. <https://doi.org/10.12694/scpe.v22i2.1882>
- Padhiary, M., Kumar, R., & Sethi, L. N. (2024). Navigating the future of agriculture: A comprehensive review of automatic all-terrain vehicles in precision farming. *Journal of The Institution of Engineers (India) Series A*, 105, 767–782. <https://doi.org/10.1007/s40030-024-00816-2>
- Saha, A., Patil, M., Goyal, V. C., & Rathore, D. S. (2019). Assessment and impact of soil moisture index in agricultural drought estimation using remote sensing and GIS techniques. *Proceedings*, 7, 2. <https://doi.org/10.3390/ecws-3-05802>
- Sarmah, K., Deka, C. R., Sharma, U., & Sarma, R. (2018). Role of GIS-based technologies in sustainable agriculture resource planning & management using spatial decision support approach. *International Journal of Innovative Research in Engineering & Management*, 5, 30–34.
- Shekhar, S., Gusain, R., Vidhyarthi, A., & Prakash, R. (2022). Role of remote sensing and GIS strategies to increase crop yield. In *2022 International Conference on Advances in Computing, Communication and Materials (ICACCM)* (pp. 1–6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICACCM56405.2022.10009217>
- Sivakumar, V. G., Vijaya Baskar, V., Vadivel, M., Vimal, S. P., & Murugan, S. (2023). IoT and GIS integration for real-time monitoring of soil health and nutrient status. In *2023 International Conference on Self Sustainable Artificial Intelligence Systems (ICSSAS)* (pp. 1265–1270). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICSSAS57918.2023.10331694>
- Sun, T., Cheng, W., Abdelkareem, M., & Al-Arifi, N. (2022). Mapping prospective areas of water resources and monitoring land use/land cover changes in an arid region using remote sensing and GIS techniques. *Water*, 14, 2435. <https://doi.org/10.3390/w14152435>
- Yang, X., & Kuang, H. (2022). Evaluation of ecological quality in southeast Chongqing based on modified remote sensing ecological index. *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19851-9>
- Rafikov, T., Zhumatayeva, Z., Mukaliyev, Z., & Zhildikbayeva, A. (2024). Evaluating Land Degradation in East Kazakhstan Using NDVI and Landsat Data. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 19(5), 1677–1686. <https://doi.org/10.18280/ijdne.190521>
- Vtar, R., Komolafe, A. A., Kouser, A., et al. (2020). Assessing sustainable development prospects through remote sensing: A review. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 20, 100402. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100402>

**Авторлар туралы мәліметтер**  
**Информация об авторах**  
**Information about authors**



**Жұматаева Жазира Манарбекқызы** – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан,

**Жұматаева Жазира Манарбекқызы** – магистр естественных наук, Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан,

**Zhumatayeva Zhazira** – Master of Natural Sciences, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,

e-mail: [Zhumatayeva.Zhazira@kaznu.kz](mailto:Zhumatayeva.Zhazira@kaznu.kz)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6113-3614>



**Мукалиев Жандос Кайратович** – техника ғылымдарының магистрі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан,

**Мукалиев Жандос Кайратович** – магистр технических наук, Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан,

**Mukaliyev Zhandos** – Master of Technical Sciences, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,

e-mail: Zh.mukaliyev@kaznu.kz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9292-7468>



**Оналбаева Дарига Саятбековна** – докторант; Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті; Алматы қ., Қазақстан,

**Оналбаева Дарига Саятбековна** – докторант; Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г.Алматы, Казахстан,

**Onalbayeva Dariga** – doctoral student; Kazakh National Agrarian Research University; Kazakhstan,

e-mail: aslaiD@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5235-6601>



**Касымханова Камила Женисовна** – магистрантка; Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан,

**Касымханова Камила Женисовна** – студент магистратуры, Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, г.Алматы, Казахстан,

**Kassymkhanova Kamila** – Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan,

e-mail: kamila-k@bk.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6357-3545>



**Тұрғаналиев Сәкен Рахматуллаевич** – аға оқытушы; әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан,

**Турганалиев Сакен Рахматуллаевич** – старший преподаватель; Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан,

**Turganaliyev Saken** – Senior Lecturer; Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,

e-mail: S.Turganaliyev@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8791-8495>