

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы тау-кен – металлургия институты

ӘОЖ 622.528

Қолжазба құқығында

Мұхтарова Назерке Дәуренқызы

Магистр академиялық дәрежесін алу үшін

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Диссертацияның атауы «Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде топырақты
агроэкологиялық бағалау.»

Дайындау бағыты

7M07306 – «Геокеңістіктік сандық инженерия»

Ғылыми жетекші
Ph.D докторы, қауымдастырылған
профессор

Орынбасарова Э.О.
« 19 » 06 2023 ж.

Рецензент
қауымдастырылған профессор, т.ғ.к.
Омиржанова Ж.Т.
« 19 » 06 2023 ж.

Норма бақылаушы
қауымдастырылған профессор
Ph.D докторы
Айтказинова Ш.Қ.
« 19 » 06 2023 ж.



ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
«Маркшейдерлік іс және геодезия»
кафедрасының меңгерушісі
Ph.D докторы, т.ғ.к., проф.
Орынбасарова Э.О.
« 19 » 06 2023 ж.
Горно-металлургический институт
им. О.А. Байконурова

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ө.А Байқоңыров атындағы тау-кен – металлургия институты

Маркшейдерлік іс және геодезия кафедрасы

7М07306 – «Геоқоғамдық цифрлық инженерия»



Маркшейдерлік іс және геодезия
кафедрасының меңгерушісі
Р.Д. докторы, қауым. проф.
Орынбасарова Э.О.
2023 ж.

Магистрлік диссертацияны орындауға арналған
ТАПСЫРМА

Магистрант Мұхтарова Назерке Дәуренқызы

Тақырыбы: «Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде топырақты агроэкологиялық бағалау»

Университет Ректорының 02 қараша 2021 жыл № 1779- М бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған диссертацияны тапсыру мерзімі «19» маусым 2023 ж.

Магистрлік диссертацияның бастапқы деректері: Landsat 5, 8 спутниктерінен көп спектрлі ғарыштық түсіру материалдары.

Магистрлік диссертацияда әзірлеуге жататын мәселелер тізімі:

а) Көп жылдық мониторинг жүргізу.

б) Қашықтықтан зондтау материалдар бойынша Маңғыстау облысының өсімдік жамылғысында болып жатқан көпжылдық өзгерістерді анықтау.

в) Топырақтың жай күйін бақылау және келтірілген себеп факторларын анықтау.

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):
Қазақстанның топырақ картасы, Landsat 5, 8 ғарыштық түсірістер, MSAVI жылдар бойынша өзгеру динамикасы, өсімдік жамылғысының жылдар бойынша өзгеруі.

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

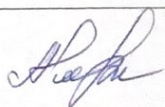
1. Абросимов А.В. Возможности использования данных КА «Ресурс-П» для выявления изменений на земной поверхности / А.В. Абросимов., Т.В. Орлов // Геомашиностроение. – 2017.

2. Адамович Т. А., Анализ сезонной и многолетней динамики вегетационного индекса NDVI на территории государственного природного заповедника «Нургуш» / Т. А. Адамович, Г. Я. Кантор Т. Я. Ашихмина, В. П. Савиных // Теоретическая и прикладная экология. 2018. №1. С. 18-24.

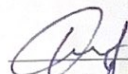
Магистрлік диссертацияны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Ауыл шаруашылық өндірісінде мәселелерді шешу үшін жерді қашықтықтан зондтау деректерін қолдану	04 қазан 2021ж.	
Ғарыштық түсіріс мәлеметтері бойынша топырақтың агроэкологиялық жай-күйін бағалау	28 наурыз 2022ж.	

Аяқталған магистрлік диссертация үшін, оған қатысты бөлімдердің жұмыстарын көрсетумен, кеңесшілер мен және норма бақылаушының қойған қолдары

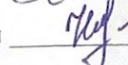
Бөлімдер атауы	Кеңесшілер тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Ауыл шаруашылық өндірісінде мәселелерді шешу үшін жерді қашықтықтан зондтау деректерін қолдану	Орынбасарова Э.О. Ph.D доктор, қауым. профессор		
Ғарыштық түсіріс мәлеметтері бойынша топырақтың агроэкологиялық жай-күйін бағалау	Орынбасарова Э.О. Ph.D доктор, қауым. профессор		
Қалып бақылаушы	Айтказинова Ш.К. PhD доктор, қауымдастырылған профессор	19.06.23	

Ғылыми жетекшісі



Орынбасарова Э.О.

Білім алушы тапсырманы орындауға алды



Мұхтарова Н.Д.

Күні

«__» _____ 2023ж.

Мұхтарова Назерке Дәуренқызы
«Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде топырақты
агроэкологиялық бағалау»

атты 7M07306 – «Геокеңістіктік сандық инженерия» білім беру
бағдарламасы бойынша магистр дәрежесін алу үшін дайындаған
диссертациялық жұмысына

РЕЦЕНЗИЯ

Диссертация 54 парақтан түзілген, 15 сурет, 3 кесте және 10 пайдаланылған әдебиеттің көздерін қамтиды. Жұмыс құрылымы кіріспе, негізгі бөлім, қорытынды, пайдаланылған әдебиеттер тізімімен берілген. Диссертацияда тақырыптың маңыздылығы, қойылған мақсаттар мен шешімдер, теориялық және әдістемелік негіз, практикалық мәліметтер базасы мен жарияланымдар тізімі сипатталған.

Диссертациялық жұмыс "Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде топырақты агроэкологиялық бағалау" тақырыбындағы агроэкологиялық бағамдарды талдау үшін индекстік есептеулерді жүргізу арқылы жасалған. Осындай ұйымдастырылған зерттеулердің жетілдіру мақсатына сәйкес, жерді қашықтықтан зондтау деректерін пайдалана отырып, Маңғыстау облысындағы топырақтың агроэкологиялық бағасын беру жолында анализ жасаған.

Жұмыстың бағалануы:

Жұмысты жеткізу және автордың презентациясы, диссертациялық жұмыс стандарттарға толық сәйкес келуі, тақырып толық ашылып, зерттеулердің жоғары деңгейде орындалғаны байланысты жұмысты 95 пайызға бағалап, **Мұхтарова Назерке Дәуренқызы** магистр дәрежесін алуға лайық деп санаймын.

Ғылыми жетекші
PhD, МІЖГ кафедрасының меңгерушісі
Қауымдастырылған профессор



Орынбасарова Э.О.

Подпись	
Заверено: Главный менеджер Горно-металлургического института	
им. О.А. Байқоңура НАО «КазНИТУ им. К.И. Сатпаева»	
Сатпаев Е.	
ФИО	подпись, дата

Мұхтарова Назерке Дәуренқызы
**«Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде топырақты
агроэкологиялық бағалау»**

атты 7M07306 – «Геокеңістіктік сандық инженерия» білім беру
бағдарламасы бойынша магистр дәрежесін алу үшін дайындаған
диссертациялық жұмысына

РЕЦЕНЗИЯ

Диссертация барлық қажетті мәліметтері бар жалпы саны 54 парақты түсіндірме жазбадан, 15 сурет, 3 кесте және 10 - пайдаланылған әдебиет көздерін тұрады. Жұмыс құрылымы кіріспе, негізгі бөлім, қорытынды, пайдаланылған әдебиеттер тізімімен берілген. Жұмыста тақырыптың өзектілігі, қойылған мақсаттар мен шешімін табатын міндеттер, ғылыми жаңалық, теориялық және әдіснамалық негіз, практикалық жазу базасы және жарияланымдар тізімі сипатталған.

Диссертациялық жұмыс Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде топырақты агроэкологиялық бағалау үшін индекстік есептеулер жүргізілген. Осынған дейінгі орындалып келген зерттеу жұмыстарына сүйене отырып, сол жұмыстарды жетілдіру мақсатында өз үлесін қосып отыр. Қазіргі қолжетімді бағдарламаларды пайдалана отырып, жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде Маңғыстау облысы бойынша анализ жасау және оған сәйкес топырақ түрлеріне агроэкологиялық бағасын берумен толықтырлығын.

ЖҰМЫСТЫ БАҒАЛАУ

Орындаушының жұмысын және презентациясын талдай отырып, Мұхтарова Назерке Дәуренқызының диссертациялық жұмысы барлық стандарттық талаптарға сай, жобаның тақырыбына сәйкес жұмысы толықтай қарастырылып, жоғары деңгейде орындаған. Жалпы жұмысты 95 деп бағалаймын.

Рецензент
Техника ғылымдарының кандидаты,
Қауымдастырылған профессор
Ж.Т. Омиржанова

" " 2023 ж.



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Мұхтарова Назерке

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Магистерская диссертация

Название работы: “Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде топырақты агроэкологиялық бағалау”

Научный руководитель: Эльмира Орынбасарова

Коэффициент Подобия 1: 7.3

Коэффициент Подобия 2: 4.1

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 3

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

2023-06-16

Дата



Батырхан Садыков

проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Мұхтарова Назерке

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Магистерская диссертация

Название работы: “Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде топырақты агроэкологиялық бағалау”

Научный руководитель: Эльмира Орынбасарова

Коэффициент Подобия 1: 7.3

Коэффициент Подобия 2: 4.1

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 3

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

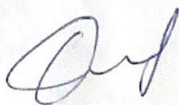
☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

2023-06-16

Дата



Заведующий кафедрой

АНДАТПА

Ауыл шаруашылығы еліміз үшін басты бағыттардың бірі. Алайда ауыл шаруашылығы алқаптарын мониторингілеу және топырақтарды агроэкологиялық бағалау осыған дейін интеллектуалды цифрлық құрылғылардың көмегімен экономикалық және басқа да қиыншылықтардың арқасында толығымен әсерін тигізе алмады. Сондықтан бұл жұмыстың басты мақсаты: қазіргі қолжетімді бағдарламаларды пайдалана отырып, жерді қашықтықтан зондау деректері негізінде Маңғыстау облысы бойынша анализ жасау және оған сәйкес топырақ түрлеріне агроэкологиялық бағасын беру. Қазіргі таңда ЖҚЗ алудың және неғұрлым жетілдірілген технологияларын құрудың арқасында жоғары шешімдегі ғарыш түсірілімдерінің материалдары жер пайдаланудағы жай-күй мен динамикалық өзгерістерді мониторингтеу үшін неғұрлым жедел, сенімді және тиімді ақпарат көздерінің біріне айналды. Сонымен қатар қашықтан басқару әдістерінің көмегімен жүзеге асырылатын мониторингтің негізгі мақсаты топырақтың жай-күйін бағалау болып табылады. Себебі ауыл шаруашылық жерлері мен топырақтың жай-күйін агроэкологиялық бағалау - бүгінгі таңдағы өзекті міндеттердің бірі. Диссертациялық жұмыста жердің жай-күйін зерттеу кезінде жерді қашықтықтан зондаудың маңыздылығы сипатталған.

АННОТАЦИЯ

Сельское хозяйство-одно из главных направлений для нашей страны. Однако мониторинг сельскохозяйственных угодий и агроэкологическая оценка почв до сих пор не смогли полностью повлиять на них с помощью интеллектуальных цифровых устройств из-за экономических и других трудностей. Поэтому главная цель данной работы: проведение анализа по Мангистауской области на основе данных дистанционного зондирования Земли с использованием имеющихся программ и присвоение соответствующей агроэкологической оценки типов почв. В настоящее время благодаря получению ДЗЗ и созданию более совершенных технологий материалы космической съемки высокого разрешения стали одним из наиболее оперативных, надежных и эффективных источников информации для мониторинга состояния и динамических изменений в землепользовании. Кроме того, основной целью мониторинга, осуществляемого с помощью дистанционных методов управления, является оценка состояния почвы. Потому что агроэкологическая оценка состояния сельскохозяйственных земель и почв-одна из актуальных задач на сегодняшний день. В диссертационной работе описывается важность дистанционного зондирования Земли при изучении состояния земли.

ANNOTATION

Agriculture is one of the main directions for our country. However, monitoring of agricultural lands and agroecological assessment of soils have not yet been able to fully affect them with the help of intelligent digital devices due to economic and other difficulties. Therefore, the main purpose of this work is to conduct an analysis of the Mangystau region based on remote sensing data using existing programs and assign an appropriate agroecological assessment of soil types. Currently, thanks to the acquisition of remote sensing and the creation of more advanced technologies, high-resolution satellite imagery materials have become one of the most operational, reliable and effective sources of information for monitoring the state and dynamic changes in land use. In addition, the main purpose of monitoring carried out using remote control methods is to assess the condition of the soil.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Ғарыштық агроөнеркәсіптік мониторинг туралы жалпы ақпарат	10
1.1 Қашықтықтан зондтау деректерін пайдалану мүмкіндіктері мен шарттары	11
1.2 Қашықтықтан зондтау әдістері	12
1.3 Ауыл шаруашылық өндірісінде мәселелерді шешу үшін жерді қашықтықтан зондтау деректерін қолдану	21
1.4 Ауыл шаруашылығы мақсатындағы міндеттерді шешуге арналған ғарыш аппараттары	23
2 Қолданбалы бағдарламалар	33
2.1 Құрғақшылықтың анықтамалары	34
3 Зерттеу объектісінің топырақ жамылғысы бойынша деректерді жинау	37
3.1 Маңғыстау облысының топырақ құрамындағы ауыр металдардың көрсеткіштері	39
3.2 Ғарыштық түсіріс мәлеметтері бойынша топырақтың агроэкологиялық жай-күйін бағалау	45
3.3 Бағдарламалық индекстік есептеулер	48
Қорытынды	56
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	57

Кіріспе

Ауыл шаруашылығы еліміз үшін басты бағыттардың бірі. Алайда ауыл шаруашылығы алқаптарын мониторингілеу және топырақтарды аэроэкологиялық бағалау осыған дейін интеллектуалды цифрлық құрылғылардың көмегімен экономикалық және басқа да қиыншылықтардың арқасында толығымен әсерін тигізе алмады. Сондықтан бұл жұмыстың басты мақсаты: қазіргі қолжетімді бағдарламаларды пайдалана отырып, жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде Маңғыстау облысы бойынша анализ жасау және оған сәйкес топырақ түрлеріне агроэкологиялық бағасын беру.

Жұмысты асыру барысында біршама математикалық, физикалық, технологияларда үлкен есептеу жұмыстары, әрі алынған ақпаратты визуалды түрде, қарапайым адамға жұмыс жасауға оңай түрге келтірілді.

Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде топырақты агроэкологиялық бағалау жұмыстарының жүргізу барысындағы қарастырылған мәселелер :

- Экспериментті жоспарлау және бақыланатын түсірілім жағдайларының ең көп саны кезінде топырақтың шағылысу және сәулелену сипаттамаларын қашықтықтан бақылау.
- Көп спектральды ғарыштық ақпаратты талдау, топырақ-өсімдік кешендерінің оптикалық, құрылымдық және спектрлік сипаттамаларының байланыс функциясын математикалық модельдеу негізінде құрғақ дала мен шөлейт жерлердің топырақ жамылғысы құрылымының параметрлерін анықтау.
- Аэроғарыштық ақпаратты, жер бетіндегі өлшеулерді, картографиялық материалдарды (қарашірік, карбонаттылық, ылғалдылық) талдау нәтижелері бойынша топырақтың маңызды қасиеттерін сандық бағалау.
- Топырақтың эрозиясын диагностикалау үшін жерді қашықтықтан зондтау әдістері мен құралдарының әлеуетті мүмкіндіктерін бағалау.
- Аумақтың кеңістіктік-құрылымдық моделін және топырақтың арнайы картографиялық негізін жасау.

Соңғы уақытта қашықтықтан зондтау нарығы отандық және шетелдік спутниктердің үлкен санынан орта, жоғары және ультра жоғары рұқсаттылықтағы кескіндерге еркін қол жетімділікті қамтамасыз ететін, қашықтықтан зондтау деректерін тарату, өңдеу және пайдалану технологияларын жетілдіре отырып, төмен бағамен тиімді сипатталды. Ауыл шаруашылық секторында жерді қашықтықтан зондтау технологиясын қолданудың келесі маңызды және перспективалы бағыты – топырақтың жай-күйін бақылау. Ғарыштық мониторинг жүргізу кезінде бұл ақпаратты қажетті жиілікпен сол аумақта алуға болады, бұл ауыл шаруашылық жерлерінің құнарлылығын бағалауға мүмкіндік береді. Топырақ жамылғысын зерттеуде мониторинг деректерін тиімді пайдалану спутниктік кескіндерден құнарлылық көрсеткіштерін талдаудың теориялық және әдіснамалық негіздерін жасауды қажет етеді.

Еліміздің батыс және оңтүстік аймақтарында 2021 жылдың жай айлары құрғақшылықпен басталған еді. Атап айтсақ, Маңғыстау, Түркістан және Қызылорда облыстарында судың жетіспеушілігі мен топырақтың құнарсыздануынан жайылым игерілмей, қарапайым халықтың шаруашылығына нұқсан келді. Бұл жағдайды табиғи апат немесе жауын-шашынның жетіспеушілігінен деп, біржақты қарастыруға болмайды. Су жетіспеушілігі, өсімдік жамылғысының сапасының төмендеуі және топырақтың құрарсызданып бара жатқанын алдын-ала бағамдап, ішінара шаралар жасауға болатын еді. Алайда, ғылым мен технологияның дамыған заманында қуаншылыққа жол беріп отырмыз.

Зерттеу жұмысының өзектілігі

Ландшафттың басқа компоненттерін зерттеумен біріктірілген топырақ жамылғысын зерттеуге деген сұраныс ауылшаруашылық жерлерінің топырақ-экологиялық проблемаларының өсуіне байланысты айтарлықтай өсті. Жердің әртүрлі санаттары туралы ақпарат жинаудың заманауи қашықтықтан (аэроғарыштық) әдістерінің материалдары алыс және салыстырмалы түрде қол жетімді емес объектілерді зерттеу үшін сәтті қолданылады. Шолу және дәлдік-бұл қашықтықтан зондтау материалдарының кеңістігі мен уақытындағы жердің қазіргі жағдайы мен динамикасын бағалау үшін қажет қасиеттер. Қазіргі уақытта геоэкологиялық жағдай мен жерді пайдалану мәселесі маңызды мәнге ие болды және ұлттық деңгейге көтерілді.

Ғылыми мақаламның маңыздылығы: жоғарыда аталған аймақтардағы қуаншылықтың себеп-салдарын нақтылауға арналған мүмкіндіктер және Жерді қашықтықтан зондтау деректері негізінде өсімдік жамылғысының сапасының өзгеруін ГАЖ көмегімен анықтау. 2021 жылдың жаз айларында болған құрғақшылық сипаттамаларына қарап оны 3 категорияға бөліп қарастыруға болады: климаттық құрғақшылық, метеорологиялық құрғақшылық және гидрологиялық құрғақшылық.

Қазақстан Республикасының Президенті Қасым-Жомарт Тоқаевтың 2021 жылғы Жолдауында Жерді қашықтықтан зондтауды кеңінен пайдалану туралы айтылған. Президент 2021 жылғы Жолдауында: «жем-шөп дақылдарын өсіру алаңдарын кеңейту және ауыспалы егістің сақталуын бақылауды күшейту, Жерді ғарыштық мониторингтеу және қашықтықтан зондтау мүмкіндіктерін кеңінен пайдалану қажет. Жайылымдарды пайдалану тиімділігін арттыру да маңызды» деп атап көрсетті.

Зерттеу жұмысының мақсаты жерді қашықтықтан зондтау, кеңістіктік-құрылымдық модельдеу әдістерін қолдана отырып, топырақ географиясы саласында теориялық және эксперименттік зерттеулер жүргізу. Диссертациялық жұмыстың мәнін құрайтын зерттеулер іргелі ғылыми мәселені шешуге бағытталған - жер үсті зерттеулерімен бірге аэроғарыштық тасымалдаушылардан қашықтықтан зондтау әдістері негізінде топырақ пен топырақ жамылғысының қасиеттерін диагностикалаудың заманауи әдістемесін құру.

1. ЖҚЗ деректерін, ГАЖ саласын төтенше жағдайларда қолдану

мүмкіншілгін көрсету.

2. Маңғыстау облысындағы ауыл шаруашылық, оның ішінде жайылым жерлерінің жай-күйін бағалау.

3. Құрғақшылықтың себеп-салдарын анықтау.

4. Еліміздің басқа аймақтарындағы қауіптілік деңгейін анықтау.

5. Маңғыстау облысы бойынша құрғақшылық деңгейінің мониторингін жасау.

1 Ғарыштық агроөнеркәсіптік мониторинг туралы жалпы ақпарат

Жалпы жер ресурстарын бақылау, топырақтың қасиеттері мен дақылдардың жай-күйі туралы ақпараталудың тиімді және сенімді көздерінің бірі - бұл жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) деректері. Жер серіктік суреттерді декодтау және талдау нәтижесінде алынған мәліметтерге сүйене отырып, агроөнеркәсіптік кешен үшін ғарыштық мониторинг жүйесін әзірлеуді және енгізуді ұсынамыз.

Аэроарыштық мониторинг жүйесінің негізгі артықшылықтары:

- тиімділігі - зерттеу аймағының нақты спутниктік суреттердің жоғарғы рұқсаттылығымен алу;
- объективтілігі - спутниктік суреттерден алынған ақпарат объективті және ауыл шаруашылық жерлері мен топырақтың жай-күйін көрсетеді;
- уақыттың кезеңділігі - жерді қашықтықтан зондтаудың заманауи спутниктік жүйелері маусымаралық немесе күнделікті жоғары жиілікті түсірістерге алуға мүмкіндік береді;
- біркелкілік - спутниктік кескіндердің деректері автоматтандырылған өңдеуге жарамды біркелкі, стандартталған ақпарат;
- көріну - жерді қашықтықтан зондтаудың заманауи спутниктік жүйелері кең аудандарға бір реттік зерттеу жүргізуге мүмкіндік береді, бұлбір-бірінен едәуір қашықтықта орналасқан өндірістік алаңдарда бір уақытта бақылаулар жүргізу;
- кешенділік - жер ресурстарын зерттеудегі кездесетін мәселелердің кең спектрін шешу.

50 жылдан астам уақыт бойы геоақпараттық технологиялар ауылшаруашылық қызметімен тығыз байланысты болды, олар әрқашан өз процестерінің кеңістіктік ерекшеліктерін ескереді. 1960 жылдары Канадада жасалған дүние жүзіндегі бірінші географиялық ақпараттық жүйенің (ГАЖ) ауылшаруашылық жерлеріндегі өзгерістерді бақылау үшін жасалғаны таңқаларлық емес [1]. Сонымен қатар жер ресурстарын дешифрлеу үшін Жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) деректерін пайдалану әдістері де жетілдірілді. Ғарыш аппараттарынан алынған көп спектрлік суреттер өсімдік процестері туралы ақпарат алу үшін, өсімдіктер мен топырақ жамылғысының спектрлік сипаттамаларын түсіндіруге негіз болады [2]. Спутниктік түсірілімдердің егжей-тегжейлілігін, оның жиілігі мен қолжетімділігін арттыру соңғы уақытта ауыл шаруашылығы саласында тұрақты спутниктік мониторинг жүргізудің әдістері мен технологияларын енгізуге мүмкіндік берді. Осы мақсаттар үшін ресурстық спутниктердің бүкіл түрлері ұшырылды, мысалы, бүгінгі күні жұмыс істейтіндер: Landsat-8, Terra / Aqua, Sentinel-2, UK-DMC-2, SPOT-6/7 және т.б. Кез келген ГАЖ өнімі сияқты, ғарыштық мониторинг геосервистері де өздерінің негізделген функционалдық құрылымына ие және белгілі бір деректер құрамын пайдаланады. Спутниктік суреттер ауыл шаруашылығы жерлерінің жай-күйі туралы ақпараттың негізгі көзі болып табылады. Сонымен қатар, шешілетін

міндеттерге байланысты мұндай түсірудің екі тобын бөлуге болады:

- өріс шекараларын ашу үшін бір пиксельге 5 метрден астам кеңістіктік рұқсаты бар кескіндер;
- кеңістіктік ажыратымдылық диапазондары бар жоғары кезеңді кескіндер:

Ғарыштық бақылау жүйесінің жұмыс істеуі үшін әртүрлі сипаттамалары бар спутниктік суреттер қолданылады.

Ауыл шаруашылығына мониторинг жасауда спутниктік бақылау үшін ажыратымдылығы орта (10 - 50 м), жоғары (1 - 10 м) және ультра жоғары кеңістіктік (1 м-ден кем) спутниктік түсірістерді қолдануға болады. Өсімдіктер мен топырақтың жағдайын жүйелі түрде түсіндіру үшін 10-30 м және 250 м.

Жер ресурстарын зерттеуде аэроғарыштық мониторинг технологияларының негізгі себептері:

- ауыл шаруашылығы алқаптары мен топырақтарына талдау жасаудағы шығындарды азайту;
- топырақтың жай-күйі туралы ақпарат көздерін сақтау;
- зерттеу аймағына әсер ететін экологиялық факторлардың шығу себебін анықтау және алдын-алу;
- жергілікті жердегі топырақтан алынған сынамаларды растау;
- ауыл шаруашылық жерлеріндегі антропогендік және техногендік сипат;

1.1 Қашықтықтан зондтау деректерін пайдалану мүмкіндіктері мен шарттары

Мониторинг – бұл қоршаған ортадағы және қоғамдағы жағдайды бағалау, процестерді бақылау жүйесі. Бұл процесте құбылысқа, оқиғаға көптеген факторлардың әсеріне байланысты баға беріледі. Ғарыштық немесе аэрофототүсіріліс материалдары болсын, жерді қашықтықтан зондтау деректері әртүрлі мәселелерді шешуге мүмкіндік беретін әртүрлі салаларда кеңінен қолданылады.

Жерді қашықтықтан зондтау деректерінің бірнеше артықшылықтары ие, олар:

- Интервенцияның тиімділігін бақылау;
- адам қызметінің салаларындағы және жалпы қоршаған ортадағы өзгерістерді бақылау;
- мониторинг нәтижелерін талдау және біріктіру;
- алынған ақпараттың жоғары сенімділігі мен объективтілігі;
- ғарыш түсірістерін ұсынудың тиімділігі;
- белгілі бір аумақта ақпарат алудың жоғары жиілігі;
- ақпарат алудың жерүсті әдістерімен салыстырғанда үлкен аумақтық қамтылуы;
- ретроспективті талдау жүргізу үшін пайдалы деректері;

- мәліметтерді өңдеуді автоматтандыруға мүмкіндік беретін бірыңғай стандартталған нысанда мәліметтерді қабылдау;
- статистикалық ақпаратты жинақтау болып жатқан өзгерістерді бағалау үшін пайдалану.

Спутниктік суреттерді өңдеу нәтижелерінің сенімділігін арттыру үшін көптеген көмекші қолдау ақпараттары пайдаланылады. Бірінші орында, кеңістіктік ажыратымдылық маңызды фактор. Кескінді бөліп көрсету үшін, спутниктік камераның кеңістіктік шешіміне байланыстырған мөлшері өзгертілуі мүмкін. Жоғары кеңістіктік ажырату объектілердің геометриялық сипаттамаларын көрсету үшін, суреттің жоғары кеңістіктік ажыратымдылығы қажет. Бұл аймақтардың ретінде орман алқаптары мен дала жолдары сияқты рельеф объектілерінің шекараларын анықтау, аудандарын есептеу, объектілерді бағалау үшін өрістің жоғары кеңістіктік ажыратымдылығын қамтамасыз ету қажет.

Таңдау процесінде спектрлік сипаттамалар да маңызды рөл атқаратын басқа бір фактор. Өрістің спектрлік реакциясына байланысты спутниктік суреттердің анықтамасы жасалады. Кеңістіктік ажырату параметрлерін таңдау кезінде спутниктік камера түрі, суреттердің түсірілім қабілеті мен түсіру жиілігін орындау керек. Бұл өрістердің спектрлік реакциясын түсіндіруге мүмкіндік береді.

Басқа қолдау ақпараттары арасында топырақ карталары, картографиялық материалдар, жер бедерінің сандық модельдері, ауыспалы егіс туралы деректер, агрометеорологиялық ақпарат, аэрофототүсірілім материалдары, климаттық сипаттамалары, өсірілетін ауыл шаруашылығы дақылдары, далалық зерттеулердің нәтижелері, агротехникалық іс-шаралар туралы ақпарат, көпжылдық статистикалық ақпарат сипаттары сипатталады. Бұл ақпараттар аймақтық және ғаламдық деңгейде дақылдарды мониторингілеу кезінде пайдаланылады.

1.2 Қашықтықтан зондтау әдістері

Қазіргі кезде жер бетін жан-жақты зерттеу мен картаға түсіруде аэроғарыштық әдістердің шешуші маңызы бар. Аэроғарыштық әдістердің қасиеттерінің бірі қашықтықтан болуы мен тікелей байланысты қажет етпеудің мүмкіндігі. Аэрофотосуреттер аспаннан терістен көтерілуі себебімен, зерттеу объектісіне жақындату көзінде оның тиісті байланысты зерттеулердің толығымен орындалуы қажет емес. Олар оған тікелей қашықтықпен жақындатуға мүмкіндік береді және белгілілікті мәліметтерді минимумға дейін азайтуға көмек көрсетеді.

Аэроғарыштық түсіріс әдістері, зерттеу жұмыстарын зертханалық жағдайға көшіру, жұмыс жылдамдығын арттыру және зерттеу және іздестіру жұмыстарының нәтижелерінің сенімділігі мен толықтығын арттыру мақсатында қолдау көрсетеді. Суреттерді қолдану арқылы, зерттеушілер

аэрофото және ғарыштық фотосуреттер арқылы жаңа мәліметтер мен фактілер алуға мүмкіндік береді.

Аэроғарыштық түсірілімдер электромагниттік спектрдің көрінетін диапазонында жүзеге асырылуы арқылы, радиотолқындық сәулеленуден терістен сүзілген аймақтарды жақындату мүмкіндігі бар. Бұл аспан және теріс жатадығы барлық маңызды ауа-райларын бақылауға мүмкіндік береді.

Қашықтықтан зондтау сонымен қатар Жердің ішкі бөлігін зерттеудің белгілі әдістерін қамтиды, мысалы, сейсмикалық және гравитациялық барлау, су қоймаларының түбінің эхолокациясын сканерлеу және т.б. Толқындардың ұзындығы мен сәулелену қарқындылығы объектінің қасиеттерін зерттеу мақсатында қолдануға мүмкіндік береді. Ендіктегі технологиялар арқылы аэрофотосуреттер жасау, спутниктік суреттер жинап алу және лазерлі сканерлер арқылы лазерлі көліктер жасау арқылы толқындардың ұзындығы мен сәулелену қарқындылығын бақылауға болады. Бұл әдістер арқылы объектінің геометриялық параметрлерін (мысалы, өлшемдері, формасы) анықтау, жергілікті жағдайын бақылау, толқындардың орналасуы мен өзара тығыздықтарын анықтау және олардың қалыптарын бақылау мүмкіндігі бар. Осы ақпараттар зерттеу жұмыстарының ақпараттық мазмұнын арттырады және объектінің деталдарын толықтыра береді. Жерді қашықтықтан зерттеу әдістері келесідей қасиетке ие: пассивті - күн белсенділігіне байланысты жер бетіндегі объектілердің табиғи шағылысқан немесе қайталама жылулық сәулеленуін пайдалану; белсенді - бағытталған әрекеттің жасанды көзімен басталатын объектілердің ынталандырылған сәулеленуін пайдалану.

Қашықтықтан зондтау әдістемесі мыналарды қамтиды:

- аумақты қашықтықтан зондтау міндеті мен мақсаттарын қою;
- дайындық кезеңі;
- аэрофото және ғарыштық түсірілімдерді өндіру үшін түсіру ортасын таңдау;
- өндіріс;
- аэрофото және ғарыштық түсіру материалдарын алу фотограмметриялық өңдеуден және интерпретациядан өтеді;
- қашықтықтан зондтау нәтижелері бойынша шығыс мәліметтерді қалыптастыру.

Спутниктік түсірістерді жіктеу параметрлер кешені негізінде жүргізіледі. Түсірістің спектрлік диапазоны түсірістерді жіктеу параметрлер кешені негізі болып табылады. Параметр бойынша жіктеу атмосфералық таза көрінушілік және сәулелену қабылдағыштарының сезімталдығынан туындайды. Осы белгі бойынша түсірістер үш негізгі топқа бөлінеді:

- а) көрінетін және жақын инфрақызыл (жарық) диапазондағы түсірістер;
- б) жылулық инфрақызыл диапазонындағы түсірістер;
- в) радиодиапазондағы түсірістер.

Түсірілімдерді алу технологиясы бойынша түсірістер былайша бөлінеді:

- а) фотографиялық;

- б) телевизиялық немесе термоғарыштық;
 - в) сканерлік;
 - д) радиолокациялық немесе радармен бейнелеу
- Фотографиялық түсіріс.

Жер бетінің фототүсірістері ғарыш аппараттарынан, орбиталық станциялардан немесе автоматты спутниктерден алынады. Бұл техникалардың арқылы электромагниттік спектрдің барлық көрінетін диапазонында, оның жеке аймақтарында, инфрақызыл диапазонда жүзеге асырылатын суреттер алуға мүмкіндік береді.

Фототүсірістердің түріне және қолданылатын фототүсірістерге байланысты суретке түсіру электромагниттік спектрдің барлық көрінетін диапазонында, оның жеке аймақтарында, инфрақызыл диапазонда жүргізілуі мүмкін. Түсірілімнің масштабы түсіру биіктігі мен линзаның фокустық ұзындығына байланысты.

Фототехника ғарыштық камералардың 60% немесе одан көп ғарыштық спутниктерден алуға мүмкіндік береді. Суреттің спектрлік диапазоны инфрақызыл аймақтың көрінетін бөлігін қамтиды (0,86 мкм дейін). Фототүсірілім ғарыштан түсірудің аппараттық түрі болып табылады. Суреттердің өлшемі 18x18 см болуы мүмкін, бұл адамның көру физиологиясына сәйкес келеді және бір уақытта бүкіл кескінді көруге мүмкіндік береді.

Фототүсірілім пайдаланудың қарапайымдылығы үшін 0,1 мм немесе одан да дәлдігі бар бақылау нүктелерін топографиялық байланыстыратын фотосуреттер (фотосистемалар) немесе фотокарталар арқылы орнатылады. Фото тізбектерді орнату үшін тек жоспарланған ғарыштық спутниктер пайдаланылады. Трансформацияланған ғарыштық спутниктер космофототехника және космофотомаптарды құруда қолданылады және географиялық координаттармен оңай байланысады.

Термоғарыштық фотосуреттің мүмкіндіктері кең. Қазіргі уақытта термиялық инфрақызыл диапазондағы қашықтықтан зондтау деректері Жерді зерттеудің әртүрлі салаларында және табиғи және антропогендік объектілерді бақылау үшін қолданылады.

Метеорологиялық спутниктерден алынған термиялық инфрақызыл суреттерде мұхиттардың беткі жылу құрылымы көрсетіледі, оларда су динамикасы, үлкен ағындар көрінеді. Кескін қорларында, мысалы, NASA деректер орталықтарында термобейнелеу нәтижелері сақталады және тұтынушыға SST (Теңіз бетінің температурасы) қазірдің өзінде жасалған теңіз бетінің температуралық карталары түрінде ұсынылады. 80-жылдардың басынан. XX ғасыр, AVHRR радиометрінің мәліметтері бойынша, күн мен түннің, тәуліктік, апталық және айлық орташа алынған теңіз бетінің температурасының әртүрлі кеңістіктік қорытуларымен (9, 18, 54 км рұқсатымен) аймақтық және ғаламдық карталары құрастырылған, зерттеу үшін пайдаланылған. болжамды модельдерді құру мақсатында Жердің жылу өрісінің ұзақ мерзімді динамикасы. Жылулық бейнелеу ғаламдық су

айналымын, аэрозольдер мен бұлттардың өзара әрекеттесуін, энергия балансын және Жер климатын зерттеу үшін де қолданылады. Осы мәліметтерге сүйене отырып, теңіз мұзының температурасын, теңіз және құрлықтағы қар мен мұз жамылғысын анықтауға болады.

Геологиялық есептерді шешу кезінде құрылымдық-тектоникалық және литологиялық картаға түсіру үшін термобейнелеу қолданылады. Жылулық инфрақызыл диапазондағы спектрлік бейнелеу арналарының санының ұлғаюымен тау жыныстарының құрамын зерттеу және олардың өсімдік жамылғысы сирек аймақтарда таралу ерекшеліктерін картаға түсіру мүмкіндіктері артады. Күн және эндогендік жылу тау жыныстарын материалға байланысты әр түрлі қыздырады, яғни. тау жыныстарының минералдық құрамы, олардың жылулық инерциясы, ылғалдылығы, шағылыстыру қабілеті және басқа да қасиеттері. Сондықтан термиялық бейнелерде литологиялық әртүрлі жыныстар бір арнадағы термиялық бейнелердегі фототонмен немесе көп аймақтық термобейнелеуді пайдаланған кезде түсі бойынша бір-бірінен ерекшеленеді. Жылу ғарыштық суреттерінің көмегімен аймақтағы жылу өрістерінің таралуын зерттей отырып, жерленген геологиялық құрылымдар туралы да түсінік алуға болады. Термобейнелеу арқылы бекітілетін беттердің жылу сәуле шығару қасиеттерінің айырмашылығы пайдалы қазбаларды іздеуде, тектоника элементтерін анықтауда, мұнай мен газ кен орындарын, рудаларды тікелей іздеуде қолданылады. Тығыз өсімдік жамылғысының болуы топырақ пен тау жыныстарының жылу бөлетін қасиеттерін анықтауға кедергі болып табылады. Дегенмен, өсімдіктері дамыған жерлерде термиялық суреттер оның жағдайын анықтау үшін пайдалы болады.

Жылулық инфрақызыл суреттерді қолдану арқылы инженерлік-геологиялық зерттеулер жүргізу кезінде мәңгі тоңды игеру аймақтарындағы талик аймақтарын анықтауға, карст және көшкін процестерінің даму аймақтарын зерттеуге болады.

Сынақ алаңдарында жерасты ядролық жарылыс аймақтарын картаға түсіру, жер асты жылу желілерінің орналасуы мен жай-күйін анықтау, электр желілерін түсіру, мұнай мен газдың күйін картаға түсіру және диагностикалау мәселелерін шешу үшін жылу инфрақызыл диапазондағы суреттерді пайдаланудың белгілі мысалдары бар. газ құбырлары, оның ішінде ағып кетуді анықтау, ірі қалалар мен өнеркәсіп орталықтарындағы жылу аралдарын анықтау, қалалардың жылумен ластануын картаға түсіру, өнеркәсіптік қалдықтардың (жылу электр станциялары, ірі өнеркәсіптер, салқындату тоғандары) жылу шығарындыларын бақылау, құбырлардан түтін түтіндерін тіркеу, сүзу және азрация өрістерінің жағдайын бақылау.

Жылулық суреттер қолайсыз табиғи процестер мен төтенше жағдайлардың көріністерін жедел бақылау үшін кеңінен қолданылады: орман және шымтезек өрттері, жасырын өздігінен жану, жанартаулық белсенділік. Термобейнелеудің көмегімен мұнай кен орындарында ілеспе газ жану алауларын анықтауға және олардың жұмысын бақылауға болады.

Термобейнелеу су айдындарын, әсіресе қала ішінде, су басу және батпақтану аймақтарын анықтау, ауыл шаруашылығы алқаптарының жағдайын бақылау, оның ішінде ауылшаруашылық дақылдарының ауру аймақтарын анықтау, мелиорация және суару кезінде бақылау мүмкіндіктерін арттырады.

Топырақтың ылғалдылығын, олардың көктемгі кебуін және өндеуге дайындығын, суармалы жерлердің жағдайын бақылау үшін термиялық бейнелерді сәтті қолдануға болатыны белгілі. Жылулық бейнелеу деректері жаһандық зерттеулерде ормандардың түр құрамын зерттеу үшін де қолданылады. TISI жылулық инфрақызыл спектрлік индексі өсімдіктер денсаулығының сенімді көрсеткіші ретінде бағаланады.

Сканерлеу

Ғарыштың түсу, геолокациялау және атмосфераның басымы мен температурасын бақылау, айналымның құрылымы мен түрін анықтау, жергілікті сияқты есте салу, зардаптырулардың, жарықтың және жүйенің ауыстыруларының байланысты түрлі маңызды ақпаратты орнату кезінде аэрофото және спутниктік суреттердің алуында оптикалық-механикалық сканерлер қолданылады.

Оптикалық-механикалық сканерлер спутниктерге орнатылғанда, олар спутниктік суреттерді жасау, деректерді алу және аудару жүйелерінің нәтижелерін бақылау мақсатында пайдаланылады. Олар тәулік және дерекқорлар арқылы ғарыштағы объекттердің байланысты параметрлерін (өлшемдері, формасы, жергілікті орналасуы) анықтау, орталықтық жергілікті тіркеу, ғарыш объекттерінің жатадықтарын көру және басқа ғарыштық орындардың орналасуын бақылау үшін пайдаланылады. Мысалы, оптикалық-механикалық сканерлер косметологияда пайдаланылады, жергілікті бағыттарды өзгерту, жергілікті аймақтарды зерттеу және геоинформациялық жұмыстардың алуына көмек көрсетеді.

Сканерлер арқылы спутниктерде орнатылған білім беру жүйелері, ғарыш объекттерінің деректерін топтар арасында аудару, жергілікті зерттеу, атмосфера және жер жүйесінің басымы және басқа ақпараттарды алуға болады. Бұл ақпараттар косметология, климатология, геодезия, ауа-жер жобалары, ғарыш деректерінің жылдамдығы және тәртіптестігі, геоинформациялық жұмыстар мен басқа маңызды иелерде пайдаланылады.

Қашықтан зондтауда көп қолданылатын сканерлеу әдістері аэроғарыштық фотосуреттерге қарағанда айтарлықтай артықшылықтарға ие. Фотографиялық әдістермен түсірудің спектрлік диапазоны көрінетін және жақын инфрақызыл сәулеленумен (0,4-0,9 мкм) шектелгенімен, сканерлеу әдістері күн радиациясының спектрінің кең диапазонында - ультракүлгіннен термиялық инфрақызылға дейін (0,3-14 микрон) түсіруді қамтиды. Олар өздеріне түсетін сәулелерді магниттік лентаға (аналогтық немесе сандық түрде) жазылған электрлік сигналға айналдырады. Осы тіркеу әдісінің арқасында сканерлердің спектрлік деректерін қайта шығаруға, яғни көбейтуге болады. Фотоматериалдарда, әдетте, сканер деректері

кайталанбайды. Көп аймақты сканердің (МҚС) нұсқасында ландшафттық объектілердің табиғи сәулеленуі көп диапазонды кең магниттік лентада көптеген спектрлік арналарда (үлкен толқын ұзындығы диапазонында) бір уақытта жазылады. Өртүрлі спектрлік диапазондарда түсірілген көріністі прогрессивті (бірнеше тректер) жазу бір уақытта магниттік таспаны қамтиды, өйткені ландшафттық объектілерден келетін сәулеленудің спектрлік ыдырауы түсіру оптикасымен сүзгіден өткеннен кейін бірден жүреді. Ғарыш аппараттарынан қашықтан зондтауға сканерлеу жүйелерін енгізудің шешуші мәні электронды құрылғылармен жазылған спектрлік мәліметтерді радиотолқындар түрінде Жерге жіберуге болады. Спектрлік мәліметтерді магниттік таспаға жазу сонымен қатар компьютерлік өңдеу бағдарламаларын қолдану арқылы көпспектрлік және көп температуралы мультиуақыттық бейнелерді дайындау, өңдеу (алдын ала), ұсыну және шығарудың жаңа көпжақты мүмкіндіктерін ашты.

Сканерлер арқылы өзіңізге арналған кез келген жеке немесе дәйекті элементтердің суреттерін сандық түрде алуға болады. Сканерлер, белгілі бір жарықтылық тапсырулары пен басқа параметрлері арқылы жерге жіберілетін сандық түрде жазылған жарықтылықты айырбастау үшін қолданылады.

Сканерлер көптеген құрылымдары бар. Сандық түрде суреттеп алу үшін өзгертілген камералар, бақылау қабілеттері бар сканерлер жатады. Бұл сканерлер жарықтылық жинап тастау үшін көбінесе лазерлік технологиясын, белгіліліктерді жинау жасау үшін электрондық қоршауларды, және сандық форматтау жасау үшін сенсорларды пайдаланады.

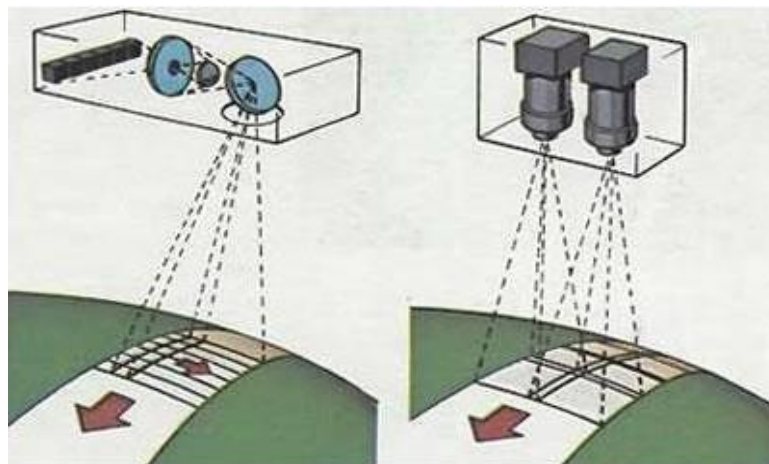
Сканерлердің пайдалануы өте кең. Оларды жеке пайдалану үшін, суреттерді жариялау, документтік жұмыстар үшін сандық нұсқауларды қолдану, 3D модельдер жасау, түсіндіру үшін өзара қарым-қатынас жасау, жерге жіберілген жарықтылықтарды анализдеу және басқа қосымша ақпаратты жинау үшін пайдалану мүмкіндіктері бар [17].

Сканерлер арқылы алынған сандық түрде жазылған элементтердің суреттерін алу және оларды жеткізу үшін пайдалануы өте маңызды.

Сканердің маңызды сипаттамалары сканерлеу (қарау) бұрышы және тез арада көріну бұрышы болып табылады. Сканерлеу бұрышы, жерге жіберілетін жарықтылықтарды бағалау және санау үшін пайдаланылады. Алдағы сканерлеу қарау бұрышы барлық бағыттарды жасайды, олардың арасында қарау маңыздылығын анықтау және ортақтық қосымша түрді бекіту үшін пайдаланылады.

Сканерлердің магнитудасы жолақтың енін және ажыратымдылығын анықтайды. Магнитуда жолақтың енгімен жұмсалады, ол қарапайымдылығын анықтауға көмектеседі. Сканерлердің магнитудасынан белгілі межелерде мәндерге бөлінеді. Дәл сканерлер үшін, магнитуда $\pm 5^\circ$ -ке дейін төмендетіледі. Бұл сканерлер арқылы қарапайымдылықты белгілеу мен көрсету міндеттемелерін орындау мүмкін. Зерттеу сканерлері үшін, олардың магнитудасы $\pm 50^\circ$ -ке дейін жоғарылатылады. Бұл магнитудалық диапазоны арқылы, сканерлер жоғары деңгейде жарықтылықтық белгілерді алу мен

санау жүйелерін орындауға мүмкіндік береді. Магнитудасы биіктігіне байланысты, сканерлер жолақтының арасындағы ажыратымдылық деңгейі де артады [10].



1.1- сурет – Жер бетін сканерлеудің әдістері

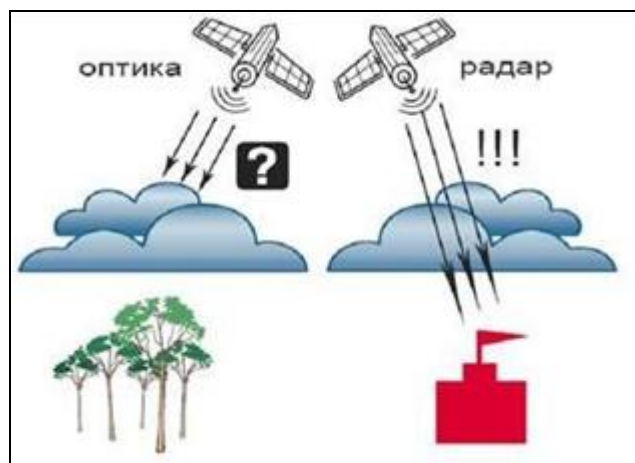
Радармен бейнелеу

Радар немесе радиолокациялық бейнелеу - бұл қашықтықтан зерттеудің маңызды түрі. Радиолокациялық әдіс Жерді қашықтықтан зондтаудың белсенді әдістеріне жатады. Бул технологияларда электромагниттік табиғаттан келетін жарықтарды пайдаланып, жердегі объекттерді табу үшін пайдаланылады.

Радарлар маңызды қашықтықтан зерттеу міндеттерін орындауға мүмкіндік береді. Олар тұрғылықты, шерттерді, түбірлерді, немесе түбірлерге байланысты жердегі объектілерді табуға арналғанымен, жердегі түрлі бағыттарды жан-жақты бейнелеу үшін пайдаланылады. Радарларды ерекше нысаналары бар, мүмкіндігіне байланысты ерекше қашықтықтан зерттеу жүйелерін орындауға арналған радарлар да бар. Олар қозғалыс, қауіпті өкілдерді анықтау және сапалы жерлерді зерттеу үшін пайдаланылады. Ол планеталардың беткі қабатын тікелей бақылауға әр түрлі экологиялық жағдайлар кедергі келтіретін жағдайларда қолданылады: тығыз бұлттар, тұман және т.б. Оны қараңғы жерде жүргізуге болады, өйткені ол белсенді.

Радарлық түсірудің әдетте ұшақтар мен жасанды жер серігі (ЖЖС) орнатуымен пайдаланылған бүйірлік шолу радиолокаторлары бар. Бүйірлік шолу локаторлары (БШЛ), радиолокациялық түсіруді электромагниттік спектрдің радиодиапазонында жүзеге асырылады.

Түсірудің мәні, объекттен нормаль бойынша көрсетілетін және тасығыштың борында орнатылған қабылдағышта тіркелетін радиосигналды жіберу болып табылады. Радиосигнал арнайы генератормен өндіріледі. Оны қабылдағышқа қайтару уақыты объектке дейінгі қашықтыққа байланысты болады.

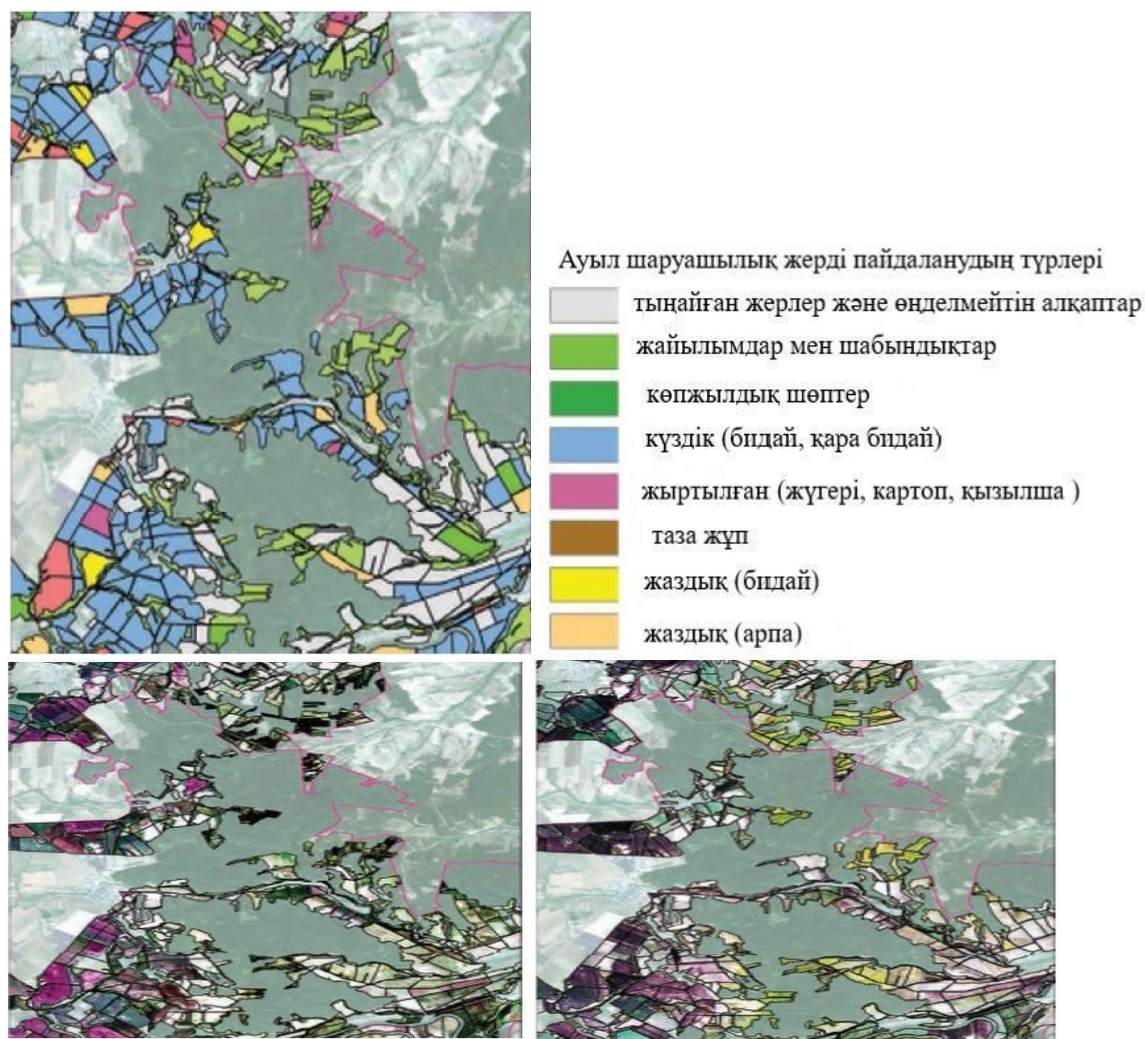


1.2-сурет – Оптикалық және радарлы түсірудің ерекшеліктері

Зондирлеуші импульстің объектке дейін және кері өтуінің әр түрлі уақытын бекітетін радиолокатордың жұмыс істеу принципі РЛ-суреттерді алу үшін пайдаланылады. Сурет жол бойымен жүгіретін жарық дағымен қалыптасады. Объекттен одан кейін, арнайы кинокамерамен біріктірілген электронды-сәулелі түтікшемен бекітілгенге дейін шағылыс сигналын өту уақыты соғұрлым көп болады.

Бұл технологиялар радарлық системаларда объекттердің бағытын, тағы да маңызды сипаттарын анықтау үшін пайдаланылады. Радиолокациялық бейнелеу аймақтарында, ұшақтардың нысандағы немесе сүйек жерлердің кезеңдерін белгілеу, орынды анықтау, көліктерді табу және басқа қол жетімділіктерге ие болу арқылы пайдаланылады. Радар суреттерін декодтау кезінде кескіннің тонуы мен құрылымы танымал мәліметтерді алу үшін маңызды. Рентгендік суреттердегі тоналды гетерогенділік, түйіршіктері мен ауа-райының өзгерулеріне байланысты маңызды ақпараттарды ұсынады. Тоналды біркелкіліктер беттегі тоқымашылықтан қашан ашыққа дейін өзгеруі мүмкін. Рентген суреттерінде каралы тон тегіс беттерге сәйкес келеді, бұл жергілікті алу үшін жіберілген радио сигналдың шағылысуының толықтай орын алуын көрсетеді. Ірі өзендер әрқашан қара тонға ие болады. Рентгендік кескіннің текстуралық гетерогенділігі рельефтің бөліну дәрежесіне және олардың майда торлы, жолақты, массивті болуы мүмкін. Рентгендік кескіннің жолақты текстурасы таулы аймақтарға тән, көбінесе шөгінді немесе метаморфты жыныстардың ауыспалы қабаттарынан тұрады, массивті интрузивті формациялардың дамуы үшін өзгерулеріне байланысты. Гидрогриділер рентген суреттерінде ашықтап отырады және олар фотосуреттерге қарағанда жақсы белгіленеді. Тығыз өсімдіктермен жабылған аудандарда ғарыштық түсірілімнің ажыратымдылығын арттырады. Қашықтықтан зондтау түсірілімінің материалдары орта, жоғары және аса жоғары кеңістіктік рұқсатты ғарыштық түсірілімдер болып табылады. Астыңғы суретте ғарыш түсірілімінің нәтижелері ұсынылған, оның негізінде пайдаланылмайтын (тасталған) ауыл шаруашылығы алқаптарын анықтау жүзеге асырылады. Дешифрлеу процесінде объектілердің сапалық және

сандық сипаттамалардың шартты белгілерінде көрінетін мазмұнын анықтау жолымен оларды жергілікті тану процесіне айналдырады. ЖҚЗ көмегімен пайдаланылмайтын (қараусыз қалған) ауыл шаруашылығы алқаптарын анықтау мысалы дешифрлеу нәтижелерін шартты белгілерге және өңделмеген жерлерге, сондай-ақ зерттелетін учаскеде өсетін ауыл шаруашылығы дақылдарына гүлдер беру түрінде көру мүмкіндігі бар. Алынған материалдар ауыл шаруашылығы жерлерін тиімсіз пайдалануды анықтау мен бұзушылықтарды жоюға мүмкіндік береді.



1.3-сурет – Пайдаланылмайтын ауыл шаруашылығы жерлерін әр түрлі

кезеңбойынша ғарыштық суреттер бойынша анықтау және картографиялау мысалдары

Спутниктік бақылау технологиясын пайдаланудың негізгі міндеттері ауыл шаруашылық жерлерін пайдалану деректерін бақылау үшін спутниктік мониторинг негізінде ауыл шаруашылық жерлерінің жай-күйі туралы ақпарат алу болып табылады.

1.3 Ауыл шаруашылық өндірісінде мәселелерді шешу үшін жерді қашықтықтан зондтау деректерін қолдану

Қашықтықтан зондтау деректері негізінде Қазақстан Республикасындағы ауыл шаруашылығы өндірісінің мониторингі.

«Қазақстан Ғарыш Сапары» ұлттық компаниясы еліміздегі ауыл шаруашылық өнімдерін қадағалау мақсатында бірқатар жобаларды жүзеге асырды. Олар қазіргі заманғы деңгейде халық шаруашылығы мәселелерін шешуді қамтамасыз ететін қашықтықтан зондтау деректері мен ГАЗ технологияларын пайдалануға негізделген. Ғарыштық технологиялар жаңа материалдар мен әртүрлі ақпараттардың қуатты көзі бола отырып, ұлттық экономиканың барлық дерлік салаларын дамытуға ықпал етеді және саяси мүдделер мен елдің қорғанысы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселелерін қолдауға жетекшілік етеді. Қазақстанда өзіндік ғарыш жүйесінің дамуымен шаруашылық қызметті және табиғатты пайдалануды бақылау мен бақылаудың заманауи әдістерін қолдану мүмкіндіктері айтарлықтай кеңейді. Ғарыш аппараттары мен спутниктік жүйелерді пайдалану ауыл шаруашылығы алқаптарының жағдайы, егіс алқаптары, қоршаған ортаның жағдайы, өсімдіктер мен жер ресурстарының жағдайы туралы талдау ақпаратын алуға мүмкіндік береді. Бұл өнімді дәл бағалауға, егіншілік процестерін реттеуге, отырғызу мен жинаудың оңтайлы мәндерін анықтауға мүмкіндік береді. Нақты егіншілік ресурстарды еркін пайдалануға және ауыл шаруашылығы жерлерінің өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Қашықтан басқару деректерінің бірнеше артықшылықтары бар, олар:

- алынатын ақпараттың жоғары шынайылығы мен объективтілігі;
- түсірілімдерді ұсыну жеделдігі;
- берілген аумаққа ақпарат алудың жоғары мерзімділігі;
- ақпарат алудың жер үсті тәсілдерімен салыстырғанда үлкен аумақтық қамту;
- көлемді ретроспективті талдауды орындауға мүмкіндік беретін мұрағаттық деректер;
- болжау және болып жатқан өзгерістерді бағалау үшін пайдалану.

Түрлі сипаттамалары бар спутниктік суреттердің кең спектрі тапсырманы шешуге ең қолайлы ақпаратты таңдау мүмкіндігін береді. Ауыл шаруашылық алқаптарына елдік немесе аймақтық деңгейдегі ғаламдық мониторингті жүргізу

үшін аумақты кең қамтуды қамтамасыз ететін төменгі және орташа кеңістіктік ажыратымдылықтағы спутниктік суреттер қолданылады. Осылайша, «кішігірім» статистикалық ақпаратты жинау үшін Terra, Aqua, Suomi NPP ғарыштық аппараттарынан (ҒА) және т.б. алынған деректерді пайдаланған жөн. Бір немесе бірнеше фермалардың аумағында егжей-тегжейлі талап етілетін жұмыстарды орындау қажет. Жоғары ажыратымдылықтағы немесе орташа ажыратымдылықтағы спутниктік кескіндер, сондай-ақ ұшқышсыз ұшу аппараттарының (ҰҰА) көмегімен жасалған аэрофотосуреттерді пайдалану. Орта ажыратымдылықтағы кең таралған суреттердің бірі - ҒА Landsat, SPOT, Sentinel ғарыш аппараттарының мәліметтері, жоғары ажыратымдылықтағы мәліметтердің ішінде GeoEye, QuickBird, Pleiades және т.б.

Тікелей қашықтықтан зондтау деректерін пайдаланумен қатар, спутниктік суреттерді өңдеу нәтижелерінің сенімділігін едәуір арттыратын әр түрлі қолдау ақпараттары да қатысады. Қосымша деректер түрлері ретінде:

- топырақ карталары;
- картографиялық материалдар;
- сандық көтеру модельдері (СКМ);
- ауыспалы егіс туралы мәліметтер;
- агрометеорологиялық ақпарат;
- аэрофототүсірілім материалдары;
- климаттық сипаттамалары;
- өсірілген дақылдар туралы мәліметтер;
- далалық зерттеулердің нәтижелері;
- ауыл шаруашылық қызметі туралы ақпарат;
- ұзақ мерзімді статистикалық ақпарат және т.б.

Спутниктік суреттерді таңдағанда назар аудару керек негізгі белгілер мыналар: кеңістіктік ажыратымдылық, спектрлік сипаттамалар, түсірілімнің өткізу қабілеттілігі және түсіру жиілігі. Бұл параметрлерді таңдау спутниктік суреттерді өңдеу нәтижелерін қолдану саласына байланысты болады.

Кескінді бөліп көрсетуге болатын ең кішкентай нысанның мөлшері спутниктік кескіннің кеңістіктік шешіміне байланысты. Жоғары кеңістіктік ажырату объектілердің геометриялық сипаттамаларын неғұрлым дәл анықтауға мүмкіндік береді, сондықтан өрістердің шекараларын анықтау, олардың аудандарын есептеу, әр өрісті егжей-тегжейлі бағалау үшін жоғары кеңістіктік ажыратымдылықтың спутниктік суреттерін пайдалану керек. Кескіннің аз кеңістіктік ажыратымдылығы белгілі бір фермада қабылданған өлшеулердің дәлдігін қамтамасыз ете алмайды, өйткені кескін орман алқаптары мен дала жолдары сияқты рельеф объектілерінің әсерінен өрістің спектрлік реакциясының бұрмалануын қамтиды. Алайда, аймақтық және ғаламдық деңгейде дақылдарды мониторингілеу кезінде кеңістіктік ажыратымдылығы төмен спутниктік сурет ақпараттың нақты көзі болып табылады.

Қашықтан зондтау мәліметтері бойынша ауыл шаруашылық дақылдарының сипаттамаларын зерттеу өсімдіктердің жалпы жағдайының индикаторы болып табылатын өсімдіктер көрсеткіштерінің (ИК) есептеулеріне

негізделген, дақылдардың өсу және даму динамикасын, табиғи құбылыстардың әсерін, күтілетін өнімділікті бағалауға мүмкіндік береді және т.б. Толықтырылған күн сәулесінің шағылысуы мен сіңуінің ерекшеліктері. жеңіл өсімдіктер қызыл (0,6-дан 0,7 микронға дейін) және инфрақызыл (ИК) спектрлік диапазондарда (0,7-ден 1,0 микронға дейін) спектрлік жарықтық мәндерімен сипатталады. Сауалнама өткізу қабілеті - бұл зерттеу аймағында бір уақытта ақпарат алу мүмкіндігіне әсер ететін параметр. Ғарыштық суреттердің үлкен өткізу қабілеті суреттің төменгі кеңістіктік ажыратылымдылығымен сипатталады. Сондықтан, бастапқы деректерді таңдаған кезде кеңістіктік шешім параметрлерінің рұқсат етілген қатынасы мен аумақтық қамтудың қажетті мөлшері арасындағы ымыраны табу қажет. Уақытша ажырату сол аумақты қайталап қараудың жиілігін сипаттайды. Ауыл шаруашылық дақылдарының тұрақты мониторингін қамтамасыз ету үшін екі-үш күнде бір рет тексеру жиілігі жеткілікті болады.

1.4 Ауыл шаруашылығы мақсатындағы міндеттерді шешуге арналған ғарыш аппараттары

Көрінетін және инфрақызыл диапазондарда орындалатын оптоэлектронды түсіріс күндізгі жарық кезінде және ашық ауа райында жер бетін бақылау үшін қолданылады. Бұл мәліметтер топографиялық карталар мен жоспарларды құру және жаңарту, сонымен қатар өсімдіктерді, пайдалы қазбаларды, топырақ түрлерін және қоршаған ортаның басқа аспектілерін талдау үшін кеңінен қолданылады. Радиотолқын ұзындығы диапазонында жүзеге асырылатын радиолокациялық бейнелеу жер бетіндегі мәліметтерді тәуліктің кез келген уақытында және кез келген ауа-райында, соның ішінде түнде және қыста алуға мүмкіндік береді. Жерді қашықтықтан зондтау радиолокациялық спутниктері жер бетіндегі және құрылымдарындағы орын ауыстырулар мен деформацияларды бақылау үшін қолданылады. Олар бұған әртүрлі уақытта түсірілген радиолокациялық кескіндердің фазалық айырмашылықтарын есептеу арқылы қол жеткізеді. Радар деректері сонымен қатар жер асты коммуникациялары, құбырлар және жер бетінің астында орналасқан басқа объектілер туралы ақпаратты бере алады.

Сауалнамалардың екі түрінің де өзіндік артықшылықтары мен қолданбалары бар. Оптикалық бейнелеу Жер бетінің егжей-тегжейлі кескіндерін береді және көрінетін объектілерді талдау үшін өте қолайлы. Радарлық бейнелеу, өз кезегінде, оптикалық бейнелеу шектелген жағдайларда, мысалы, түнде немесе бұлттардың әсерінен көріну нашар болған жағдайда деректерді алу мүмкіндігін береді.

Зерттеу деректерінің екі түрі де әртүрлі салаларда, соның ішінде картографияда, геологияда, ауыл шаруашылығында, экологияда, құрылыста және т.б. кеңінен қолданылады. Олар біздің планетамызды, оның өзгерістері мен ресурстарын бақылау және талдау үшін құнды ақпарат береді.

Ғарыштан Жерді қашықтықтан бақылаудың заманауи құралдарына негізделген оперативті бейне ақпарат жинау жүйелері әртүрлі мақсаттарда, соның ішінде ғылыми-зерттеу, қоршаған ортаны бақылау, ауа райын болжау, азаматтық қауіпсіздік, сондай-ақ әскери және барлау қызметтерінде кеңінен қолданылады. Оптоэлектронды сканерлер Жердің көрінетін және инфрақызыл спектрдегі кескіндерін алу үшін қолданылады. Олар рельефтің жалпы ерекшеліктерін, морфологиялық өзгерістерді анықтауға және талдауға, сондай-ақ өсімдіктердің таралуы мен жерді пайдалануды анықтауға мүмкіндік беретін орташа ажыратымдылықтағы бейне ақпараттарды (30 метрге дейін) береді.

Радар сканерлері радиотолқындарды шығару және олардың Жер бетінен шағылуын тіркеу арқылы жұмыс істейді. Бұл жүйелер кез келген жарықтандыру жағдайында жұмыс істеуге және жоғары ажыратымдылықтағы бейне ақпаратты (1-2 метрге дейін) алуға мүмкіндік береді. Олар жердегі объектілерді анықтау және қадағалау, аумақтарды талдау, нысаналарды іздеу және тану үшін қолданылады.

Басқарылатын персонал кешендері – бортында ұшқышы бар, бейне түсіру және бейнелерді нақты уақыт режимінде беру жүйелерімен жабдықталған ұшақтар қолданылады. Бұл жүйелер әдетте төменірек биіктікте жұмыс істейді және өте жоғары ажыратымдылықты (1 метрден жақсы) қамтамасыз етеді. Олар барлау, көлік жолдарын бақылау, жер бетіндегі өзгерістерді бағалау және т.б. үшін кеңінен қолданылады.

Түрлі спектрлік диапазондағы бейне ақпаратты жедел жинау жүйелерін пайдалану Жердегі объектілердің толық және егжей-тегжейлі бейнесін алуға мүмкіндік береді. Бұл жүйелер ғылыми зерттеулер, қоршаған ортаны бақылау, кеңістікті жоспарлау және планета бетіндегі өзекті және нақты деректерге қол жеткізу маңызды болып табылатын көптеген басқа салалар үшін үлкен маңызға ие.

Шынында да, ауыл шаруашылығы жерлерінің мониторингі кеңістіктік рұқсат етудің әртүрлі деңгейлері мен спектрлік сипаттамаларды қамтамасыз ететін әртүрлі спутниктік жүйелер мен қашықтықтан зондтау аспаптарын қолдану арқылы жүзеге асырылады.

Terra-MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) жүйесі орташа ажыратымдылықтағы (250 м) деректерді қамтамасыз етеді және ірі ауылшаруашылық аумақтарын ауқымды бақылау үшін қолданылады. Бұл деректер ауыл шаруашылығы жерлерінің негізгі түрлерін тану үшін жоғары жиіліктегі және жеткілікті кеңістіктік рұқсатпен жер жамылғысының, соның ішінде ауыл шаруашылығы жерлерінің жаһандық өзгерістері туралы егжей-тегжейлі ақпаратты береді.

Landsat-TM/ETM+ (Landsat Thematic Mapper/Enhanced Thematic Mapper Plus) жүйесі жоғары ажыратымдылықтағы деректерді (15-30 м) және спектрлік жолақтардың кең ауқымын қамтамасыз етеді. Бұл деректер егістік шекараларын толығырақ картаға түсіру және орман алқаптары, жайылымдар және кейбір ауыл шаруашылығы дақылдары сияқты ауыл шаруашылығы

жерлерінің кейбір түрлерін тану үшін пайдаланылады.

Resurs-DK жүйесі одан да жоғары ажыратымдылықты (2 м) қамтамасыз етеді және таңдамалы бақылаулар мен деректерді визуалды интерпретациялауға арналған. Бұл деректер ауыл шаруашылығы жерлерінің шекарасын дәлірек анықтауға және мәдени өсімдіктердің кейбір нақты түрлерін анықтауға мүмкіндік береді. Әртүрлі жүйелер мен қашықтықтан зондтау аспаптарын қолдану ауыл шаруашылығы жерлерінің әртүрлі масштабтағы және әртүрлі бөлшектермен толық бейнесін алуға мүмкіндік береді. Ол ауылшаруашылық іс-шараларын бақылау және жоспарлау, шығымдылықты бағалау, сондай-ақ ауыл шаруашылығы мен экологиялық зерттеулерде талдау және шешім қабылдау үшін маңызды.

Terra и Aqua

Terra және Aqua спутниктері АҚШ-тағы Ұлттық аэронавтика және ғарыш басқармасы (NASA) басқаратын Жерді бақылау жүйесінің (EOS) негізгі құрамдас бөліктері болып табылады. Бұл бағдарлама 1997 жылы іске қосылды және спутниктік қондырғыларды пайдалана отырып, атмосфералық процестерді, теңіз және құрлық беттерін бақылауға бағытталған.

Terra және Aqua спутниктері АҚШ-тағы Ұлттық аэронавтика және ғарыш басқармасы (NASA) басқаратын Жерді бақылау жүйесінің (EOS) негізгі құрамдас бөліктері болып табылады. Бұл бағдарлама 1997 жылы іске қосылды және спутниктік қондырғыларды пайдалана отырып, атмосфералық процестерді, теңіз және құрлық беттерін бақылауға бағытталған.[11]

Terra және Aqua спутниктерінде Жердегі қоршаған ортаның әртүрлі аспектілерін бақылауға және зерттеуге мүмкіндік беретін құнды аспаптар мен сенсорлар бар.

Terra спутнигінде бес сенсор бар:

1. Орташа ажыратымдылықты бейнелеуі бар модерациялық спектррадиометр (MODIS) жер беті, атмосфера және бұлттылық туралы деректерді береді. Ол температураны, ылғалдылықты, аэрозольдарды, бұлттарды, өрттерді және басқа параметрлерді өлшеу үшін қолданылады.

2. Жетілдірілген термиялық сәулелену және шағылысу ғарыштық радиометрі (ASTER) жер бетінің егжей-тегжейлі карталарын жасау үшін инфрақызыл және көрінетін спектрде жоғары ажыратымдылықты қамтамасыз етеді.

3. Көпбұрышты бейнелеу спектрорадиометрі (MISR) жоғары кеңістіктік ажыратымдылықты 3D бұлтты және аэрозольдік кескіндерді қамтамасыз етеді.

4. Жердің бұлтты және сәулелену энергиясын өлшеу жүйесі (CERES) Жердің энергетикалық балансын, сондай-ақ бұлттардың және атмосфералық радиацияның сипаттамаларын зерттейді.

5. Тропосфералық ластануды өлшеу (MOPITT) атмосфералық құрамдағы өзгерістерді зерттеу үшін көмірқышқыл газы және көміртегі тотығы сияқты атмосферадағы газдардың концентрациясын өлшейді.

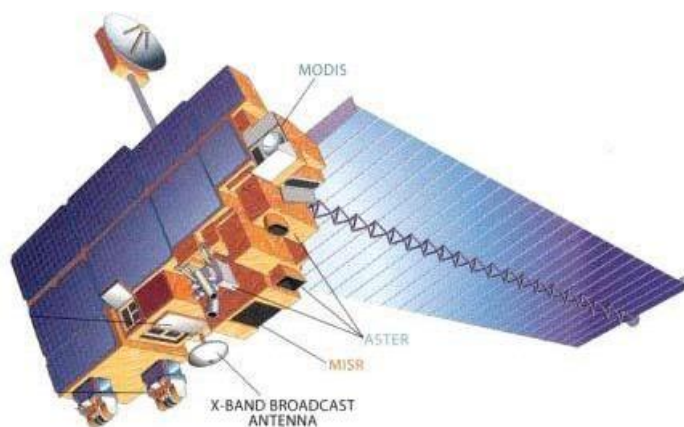
Aqua спутнигінде сенсор қызметтері бар:

1. Атмосфералық инфрақызыл дыбыс құрылғысы (AIRS) ауа райы болжамдары мен климат үлгілерін жақсарту үшін атмосфераның температурасы мен ылғалдылығын зерттейді.

2. Жетілдірілген микротолқынды қабылдау құрылғысы (AMSU-A) атмосферадағы температура мен ылғалдылықтың тік таралуын өлшейді.

3. Бразилияға арналған ылғалдылық зонды (HSB) тропиктердегі атмосфералық ылғалдылық туралы деректерді береді.

4. Жетілдірілген микрофон



1.4 -сурет – КА TERRA (AQUA) жер серігі

MODIS (орташа ажыратымдылықты бейнелеу спектррадиометрі) сенсоры ауылшаруашылық мониторингінің негізгі құралы болып табылады. Оның спектрлік диапазоны электромагниттік спектрдің көрінетін, инфрақызыл және жылу аймақтарын қамтиды. MODIS көмегімен сіз дәнді дақылдардың жай-күйі және ауыл шаруашылығы жерлерінің басқа параметрлері туралы күнделікті ақпаратты ала аласыз. Жолақ ені 2300 км, ал кеңістіктік рұқсаты 250 м-ден 1 км-ге дейін өзгереді, бұл жер беті туралы егжей-тегжейлі мәліметтер алуға мүмкіндік береді.

Спутниктердің бортындағы басқа құралдардың да өзіндік мүмкіндіктері мен пайдалануы бар. ASTER (Жетілдірілген ғарыштық термиялық сәуле шығару және шағылыстыру радиометрі) радиометрі 15-тен 90 м-ге дейінгі рұқсатпен 0,52-ден 11,65 микронға дейінгі инфрақызыл толқын ұзындығы диапазонында жұмыс істейді. Бұл құрал геология, океанология, орман шаруашылығы және басқа салаларға қатысты әртүрлі аспектілерді бақылау үшін қолданылады. .

Жерсеріктерді қашықтықтан зондтаудың негізгі функцияларынан басқа, ғылыми зерттеулер үшін де пайдалануға болады. Terra спутнигінде итальяндық Pamela құралы (Антиматерияны зерттеу және жеңіл ядролардың астрофизикасына арналған пайдалы жүктеме) Жерге жақын кеңістіктегі зарядталған бөлшектер ағынын зерттеуге және Әлемнің «қараңғы материясын» зерттеуге арналған бүйірлік контейнерлерге орнатылған.

Сондай-ақ, спутник жер сілкінісін бақылау және алдын алу мақсатында жоғары энергиялы бөлшектерді тіркеумен және бөлшектердің жарылыстарын оқшаулаумен айналысатын «Арина» (нейтронды иондаушы сәулеленуді анықтау және оқшаулаудың аппараттық кешені) ресейлік жабдығымен жабдықталған.

Осылайша, Terra және Aqua спутниктері ауыл шаруашылығында, қоршаған ортаны бақылауда және ғылыми зерттеулерде кеңінен қолданылатын әртүрлі құралдар мен мүмкіндіктерге ие.

Aqua спутнигінен алынған мәліметтер әртүрлі салаларда кеңінен қолданылады. Міне, Aqua деректерін пайдаланып қашықтан зондтауға арналған негізгі қолданбалардың кейбірі:

- Гидрометеорология және мұхиттану: Aqua спутнигі мұхит бетінің температурасы, жылу мен ылғалдың таралуы, мұхит ағынының динамикасы және мұхит жүйелерінің ауа райы мен климатқа әсері туралы ақпарат береді. Бұл деректер ауа-райын болжау, климаттың өзгеруін зерттеу, балық шаруашылығын басқару және теңіз экожүйесін бақылау үшін пайдаланылады.

- Аумақтың экологиялық мониторингі: «Аква» спутнигі өсімдіктердің динамикасын, жерді пайдалануды, топырақ жамылғысының және су ресурстарының өзгеруін қоса алғанда, экожүйелердің жағдайы туралы ақпаратты береді. Бұл деректер адам қызметінің қоршаған ортаға әсерін бақылауға және бағалауға, тұрақты даму мен табиғатты қорғауды жоспарлауға көмектеседі.

- Қар мен мұзды бақылау: Аква деректері жер бетіндегі қар мен мұздың таралуын бақылау және болжау үшін пайдаланылады. Бұл су ресурстарын бағалау, су ресурстарын басқаруды жоспарлау, су тасқынын болжау және теңіздер мен мұхиттардағы мұзды басқару үшін маңызды.

- Өртті анықтау және залалды бағалау: Aqua деректері дала өрттерін анықтауға және олардың таралуын бақылауға мүмкіндік береді. Ол жедел өрт сөндіруге, эвакуациялауды жоспарлауға және өрт шығынын бағалауға көмектеседі.

- Топырактану және өсімдік шаруашылығы: Аква деректері топырақ қасиеттерін зерттеу, топырақтың ылғалдылығын анықтау, шығымдылық пен өсімдік жағдайын бақылау үшін пайдаланылады. Бұл ауылшаруашылық тәжірибесін оңтайландыру, суаруды жоспарлау және топырақ құнарлығын бағалау үшін маңызды.

- Озон қабатын зерттеу: Aqua спутнигі атмосферадағы озонның концентрациясы туралы мәліметтерді береді, бұл Жердің озон қабатының жағдайын бақылауға және зерттеуге және оны сақтау жөніндегі халықаралық келісімдердің тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді.

- Қолдану шешімдері: Aqua деректерін су ресурстарын басқару, құрғақшылықты болжау, климаттық қауіп-қатерді бағалау, геологиялық мониторинг және жер беті мен атмосфера туралы ақпарат маңызды болып табылатын басқа да салалар сияқты әртүрлі қолданбаларда пайдалануға

болады.

- Жалпы, Aqua спутнигі қоршаған ортаны бақылау, климаттық процестерді түсіну және әртүрлі қолданбалы мәселелерді шешу үшін кеңінен қолданылатын құнды деректер береді.

Ауыл шаруашылығы санағының нәтижелерін бақылау технологиясында қолданылатын егістік жерлерді танудың бейімделген алгоритмі PVI (Өсімдік жамылғысының индексі) ұзақ мерзімді спутниктік серияларын талдауға негізделген және жыл сайынғы дамудың маусымдық және жылдық динамикасындағы айырмашылықтарды ескере отырып жасалған. табиғи өсімдіктер мен егістік жерлер, оның ішінде ауыспалы егістерді есепке алу. Қысқы дақылдарды тану үшін алгоритм төрт күндік MODIS композиттік кескіндері арқылы құрастырылған PVI уақыт қатарын талдайды. Бұл жасыл биомассаның фенологиялық көрсеткіштері мен өсу динамикасын есепке алуға мүмкіндік береді. Күздік дақылдарды анықтаудағы маңызды белгілердің бірі жыл соңында PVI жоғары мәні болып табылады, бұл күздік дақылдар үшін жасыл биомассаның тән өсуімен байланысты, ал бұл мінез-құлық басқа өсімдік түрлеріне тән емес. Ауыл шаруашылығы санағының мониторингі технологиясы MODIS деректеріне негізделген ауыл шаруашылығы жерлерін анықтауға да мүмкіндік береді. Ол үшін PVI уақыт сериясының бірінші және екінші туындыларының талдауы қолданылады. Бұл туындылардағы жоғары мәндер табиғи шабындықтар мен жайылымдар сияқты жерді бірнеше жылдар бойы белсенді пайдалануды көрсетеді. Осылайша, MODIS деректерін және PVI негізіндегі тану алгоритмін пайдалану өсімдік жамылғысының фенологиялық және маусымдық ерекшеліктерін ескере отырып, ауыл шаруашылығы жерлерін бақылауға және күздік дақылдарды анықтауға мүмкіндік береді. Ол ауыл шаруашылығы өндірісін бағалау, ауыл шаруашылығында жоспарлау және шешім қабылдау үшін өте маңызды [19].

Кесте 1.1 – MODIS сенсорының спектралды канал сипаттамалары

Арна нөмірі	Спектрлік диапазон, мкм	Кеңістікте рұқсат етілген, м	Арна нөмірі	Спектрлік диапазон, мкм	Кеңістікте рұқсат етілген, м
1	0,620–0,670	250	19	0,915–0,965	1000
2	0,841–0,876	250	20	3,660–3,840	1000
3	0,459–0,479	500	21	3,929–3,989	1000
4	0,545–0,565	500	22	3,929–3,989	1000
5	1,230–1,250	500	23	4,020–4,080	1000
6	1,628–1,652	500	24	4,443–4,498	1000
7	2,105–2,155	500	25	4,482–4,549	1000
8	0,405–0,420	1000	26	1,360–1,390	1000
9	0,438–0,448	1000	27	6,535–6,895	1000

10	0,483–0,493	1000	28	7,175–7,475	1000
11	0,526–0,536	1000	29	8,400–8,700	1000
12	0,546–0,556	1000	30	9,580–9,880	1000
13	0,662–0,672	1000	31	10,780–11,280	1000
14	0,673–0,683	1000	32	11,770–12,270	1000
15	0,743–0,753	1000	33	13,185–13,485	1000
16	0,862–0,877	1000	34	13,485–13,785	1000
17	0,890–0,920	1000	35	13,785–14,085	1000
18	0,931–0,941	1000	36	14,085–14,385	1000

Landsat

Landsat бағдарламасы ғарыштан Жерді бақылаудың ең ұзақ жұмыс істейтін бағдарламаларының бірі және әлемдік нарықтағы Жерді қашықтықтан зондтау бағдарламаларының ең табысты бағдарламаларының бірі болып табылады. Landsat автоматты жерсеріктерінің сериясы (бастапқыда ERTS – Earth Resource Technology Satellite деп аталады) Жердің табиғи ресурстарын зерттеуге және кең мағынада географиялық мәселелерді шешуге арналған. Landsat сериясының бірінші спутнигі 1972 жылдың шілдесінде ауыл және орман шаруашылығы мәселелерін шешу, геологиялық карталарды құрастыру, пайдалы қазбалар кен орындарын іздеу және барлау, сондай-ақ аумақтарды кеңістіктік жоспарлау үшін компьютерлік өндеуге жарамды мәліметтерді жинау мақсатында ұшырылды. Алынған суреттер қоршаған ортаны және жер бетіндегі жанартау атқылауы, жер сілкінісі, цунами, қар жаууы және қардың еруі сияқты қазіргі заманғы динамикалық процестерді бақылауда, сондай-ақ өсімдіктер мен басқа да құбылыстарды зерттеуде кеңінен қолданылады.

Landsat сериялы спутниктері Жерді үздіксіз бақылайды және олардың тарихы 1972 жылы бірінші жер серігінің ұшырылуынан басталды. Олар АҚШ-тағы Ванденберг әуе күштерінің базасынан ұшырылды. Бұл құрылғылармен алынған спутниктік ақпарат адам қызметінің әртүрлі салаларында, соның ішінде ауыл және орман шаруашылығында, геология мен картографияда, төтенше жағдайлар мен табиғи апаттардың мониторингінде, қоршаған ортаны бағалауда, ғылыми зерттеулерде кеңінен қолданылады. Қазіргі уақытта Landsat бағдарламасы екі ғарыш аппаратын қамтиды: Landsat-7 және Landsat-8. 1984 жылы наурызда ұшырылған Landsat-5 спутнигі 2013 жылдың басында қолданыстан шығарылды. Landsat 4-тен басталатын Landsat сериясының барлық жерсеріктері 705 км биіктікте күнмен синхронды полярлық орбитада орналасқан. Көру ені бойынша олардың жанартылу ұзақтығы 16 күн.

Landsat-7 спутнигі 1999 жылы 15 сәуірде ұшырылды және әр түрлі кеңістіктік рұқсаттары бар (15, 30 және 60 метр) сегіз спектрлік арнада Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) сенсорын пайдаланып Жерді зерттеуге арналған. 2003 жылдың мамыр айында спутниктің бойлық қозғалысын өтейтін ETM + сенсорының құрамдас бөлігі болып табылатын Scan Line Corrector (SLC) жұмысындағы ақауларға байланысты ақпараттың

толық көлемін алуда мәселелер туындады.

Landsat TM/ETM+ спутниктік деректері ауыл шаруашылығы санағының мониторингі технологиясының бөлігі ретінде ауыл шаруашылығы шекараларының цифрлық карталарын жасау үшін кеңінен қолданылады. Негізгі міндет – ауылшаруашылық аймақтарын ормандар, елді мекендер, жолдар мен су айдындары сияқты жердің басқа санаттарынан көзбен шолу. Ол үшін ең аз бұлттылығы бар сәйкес спутниктік деректер таңдалады. Әдетте, ағымдағы немесе алдыңғы жылдың ең жақсы көрінісі пайдаланылады және контурлық объектінің ерекшеліктеріне байланысты бір жыл ішінде әртүрлі вегетация кезеңдерінде (көктем, жаз, күз) түсірілген бірнеше Landsat TM / ETM + кадрларын пайдалануға болады. Талдау ақпарат жеткіліксіз болған жағдайда өткен жылдың көрінісін де қамтуы мүмкін. Объектінің ауыл шаруашылығы мақсатындағы санатқа жататынын анықтайтын көрсеткіштерге объектінің шекарасының сипаты, контурлық белгілері және су объектілері мен елді мекендерге қатысты орналасуы жатады.



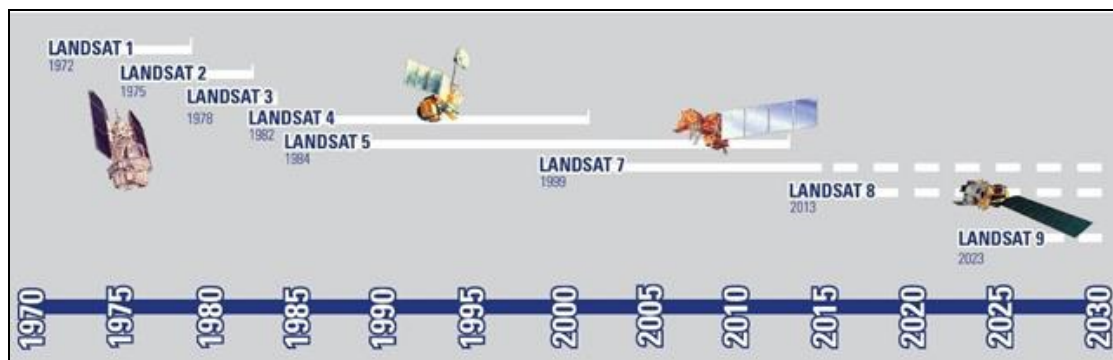
1.5-сурет – Сыртқы жабдықталған Landsat 7 ғарыш кемесінің жалпы көрінісі

Landsat бағдарламасы жерсеріктік түсірілімдердің ең ұзақ жұмыс істейтін бағдарламасы болып табылады және Landsat спутниктік деректері планетамызды бақылау және зерттеу үшін үлкен маңызға ие.

Бұл алынған ақпарат көлемінің түпнұсқаның 75% дейін төмендеуіне әкелді. Бұзылудан кейін түсірілген суреттерде ақпарат жоқ деректер жолақтары болады. Бұл жолақтар осы аймақтардағы спутниктің бойлық қозғалысының өтемінің болмауының нәтижесі болып табылады.

Осыған қарамастан Landsat 7 спутнигі жұмысын жалғастыруда және құнды деректер береді. Жетіспейтін ақпараттық жолақтар кейбір нақты қолданбалар үшін жеткіліксіз болуы мүмкін, бірақ спутниктен алынған деректердің қалған бөлігі әлі де жоғары құндылық болып табылады және қоршаған ортаны зерттеу, ауыл шаруашылығы, геология, жер пайдаланудағы

өзгерістерді бақылау және басқа салаларда қолданылады [12].



1.6-Сурет – Landsat сериялы спутниктерінің жұмысының хронологиясы

Кесте 2.1 – Landsat жер серіктерінің жұмысының уақытша сипаттамалары

Жер серік	Іске қосу күні	Жұмыстың аяқталу күні
Landsat 1	23 шілде 1972	6 қаңтар 1978
Landsat 2	22 қаңтар 1975	27 шілде 1983
Landsat 3	5 наурыз 1978	7 күркүйек
Landsat 4	16 шілде 1982	14 желтоқсан 1993
Landsat 5	1 наурыз 1984	21 желтоқсан 2012
Landsat 6	5 қазан 1993	Сәтсіз іске қосу
Landsat 7	15 сәуір 1999	Әрекет етуші
Landsat 8	11 ақпан 2003	Әрекет етуші
Landsat 9	Іске қосу 2023 жылға жоспарланған	Жоспарланған

Жерді бақылау спутниктік жүйесі SPOT (Satellite Pour L'Observation de la Terre) Франция ғарыш агенттігімен (CNES) Бельгия және Швециямен бірлесіп әзірленген. Ол спутниктік басқаруға, деректерді жинауға және өңдеуге, сондай-ақ спутниктік суреттерді өндіру мен таратуға арналған бірнеше ғарыш аппараттарын және олармен байланысты жерүсті инфрақұрылымын қамтиды.

SPOT жобасы аясында бес ғарыш аппараты ұшырылды. Оның үшеуі сәтті болды. Spot-2 орбитаға 1990 жылы 21 қаңтарда шығарылды. 1998 жылдың 24 наурызынан бері қызмет ететін Spot-4 SPOT жүйесіндегі басқа жерсеріктерден жер бетінің әртүрлі түрлерін ажыратуға мүмкіндік беретін қосымша қысқа толқынды инфрақызыл жолағы болуымен ерекшеленеді. Сондай-ақ Spot-4 спутнигінің бортында Еуропалық Одақ, Бельгия, Италия және Швеция бірлесіп жасаған VEGETATION құралы бар.

Spot-5 ғарыш аппаратымен алынған ақпарат ауыл шаруашылығы, картография (соның ішінде 3D модельдеу), орман шаруашылығы, қала құрылысы, табиғи жер сілкінісінің мониторингі, геология, мұнай және басқа да пайдалы қазбаларды барлау, океанография, қоршаған ортаны бақылау сияқты

әртүрлі салаларда қолданылады. су ресурстары мен жағалау аймақтарын зерттеу ретінде.

Spot-4 спутниктерінің HRVIR камераларын жаңғырту нәтижесінде екі оптикалық-механикалық HRG (High Resolution Geometric) камерасы құрылды. Әрбір камерада бақылау жолағын таңдауға мүмкіндік беретін айналмалы айна, сонымен қатар телескоп, кіріс сәулеленуді төрт спектрлік арнаға бөлуге арналған спектрлік сепаратор және сызықтық CCD фотодетекторы бар. Кескін CCD массивтерін сканерлеуді орбиталық жылдамдықпен («қылқалам» әдісі) синхрондау арқылы жасалады. HRG камералары барлық төрт көрінетін және инфрақызыл диапазондарда бір уақытта түсіруге қабілетті. Панхроматикалық режимде түсіру тек панхроматикалық диапазонда орындалады.

2 Қолданылған бағдарламалар

ArcMap - ArcGIS Desktop-тың геокеңістіктік өңдеу бағдарламаларының Esri ArcGIS жиынтығының бұрынғы құрамдас бөліктерінің бірі болып табылады және географиялық ақпаратпен жұмыс істеу үшін кең ауқымды функцияларды қамтамасыз етеді. Негізінен геокеңістіктік деректерді көру, өңдеу, жасау және талдау үшін қолданылады. ArcMap пайдаланушыға деректер жиынындағы деректерді зерттеуге, сәйкес мүмкіндіктерді таңбалауға және карталарды жасауға мүмкіндік береді. Бұл бағдарламаның екі бөлек бөлімі, мазмұндар кестесі және деректер шеңбері арқылы жасалады. Міне, ArcMap көмегімен орындауға болатын кейбір негізгі мүмкіндіктер мен типтік тапсырмалар:

- Карталармен жұмыс істеу: ArcMap құжаттарын ашуға және зерттеуге, географиялық деректерді көрсетуге және талдауға, қабаттардың дисплейін теңшеуге, атрибут деректерін сұрауға, географиялық таңдауларды жасауға және т.б. болады.

- Картаны басып шығару: ArcMap әртүрлі пішімдерде басып шығаруға немесе сақтауға болатын карта макеттерін жасауға арналған құралдарды ұсынады. Кәсіби көрінетін карталарды жасау үшін орналасуларды теңшеуге, аңыздарды, масштабтау жолақтарын, тақырыптарды және т.б. қосуға болады.

- Геодеректерді өңдеу: ArcMap геодеректерді өңдеуге мүмкіндік береді, соның ішінде жаңа мүмкіндіктер жасау, атрибуттарды өзгерту, геометрияны жылжыту және пішінін өзгерту. Сіз әртүрлі құралдардың көмегімен дәл өңдеуді орындай аласыз және біріктіру, бөлу және қию әрекеттерін орындай аласыз.

- Геоөңдеу: ArcMap геоаналитикалық тапсырмаларды автоматтандыратын геоөңдеу мүмкіндіктерін қамтамасыз етеді. Сіз геоөңдеу үлгілерін пайдалана аласыз немесе Python бағдарламалау тілін пайдаланып өз сценарийлеріңізді жасай аласыз. Геоөңдеу талдауды, кеңістіктік статистиканы, деректерді түрлендіруді және т.б.

- Геодеректерді ұйымдастыру және басқару: ArcMap геодеректер қорын, карта құжаттарын, геоөңдеу құралдарын және басқа GIS элементтерін көруге және басқаруға болатын Каталог терезесін ұсынады. Сіз геодеректер қорын жасауға және ұйымдастыруға, деректер мен құжаттар арасындағы қарым-қатынастарды басқаруға және дерекқор схемаларын теңшеуге болады.

- Деректерді жариялау және ортақ пайдалану: ArcGIS Server немесе ArcGIS Online арқылы басқалармен бөлісу үшін карта құжаттары мен қабаттарын карта қызметтері ретінде жариялауға болады. Сондай-ақ, басқа пайдаланушылармен бөлісу немесе оларды жалпыға қолжетімді ету үшін геодеректер жиынтығын бумалауға болады.

- Географиялық ақпараттың құжаттамасы: ArcMap географиялық деректер мен метадеректерді құжаттауға мүмкіндік береді, бұл жобаларды сипаттауды жеңілдетеді және тиімдірек іздеу мен деректерді бөлісуді қосады. Стандартталған деректер сипаттамаларын жасау үшін кірістірілген метадеректер өңдегішін пайдалануға болады.

- Теңшеу: ArcMap пайдаланушы интерфейсін теңшеуге және функционалдылықты кеңейтуге арналған көптеген опцияларды ұсынады. Python тілін пайдаланып реттелетін құралдарды, мәзірлерді және құралдар тақталарын жасауға және плагиндерді жазуға болады.

Бұл ArcMap негізгі мүмкіндіктеріне шолу ғана. Қолданба географиялық ақпаратпен жұмыс істеу үшін икемді және қуатты ортаны ұсынады және ГАЖ саласындағы тапсырмалардың кең ауқымын шешуге мүмкіндік береді. ArcMap географиялық ақпаратты қабаттар мен карта түріндегі басқа элементтердің жиынтығы ретінде көрсетеді. ArcMap қолданбасында картамен жұмыс істеудің екі жолы бар: деректер көрінісі және орналасу көрінісі.

Деректер көрінісі картаны көргіңіз келсе және географиялық ақпаратпен қабаттар қатары сияқты жұмыс істегіңіз келгенде пайдаланылады. Орналасу көрінісі басып шығару және жариялау үшін дайындалған карта элементтерін (деректер жақтаулары, масштабтау жолағы, тақырып және т.б.) қамтитын бет болып табылады.

ArcGIS Pro – бұл Esri-нің қолданылатын толық функционалды кәсіби ГИС жұмыс үстелі. ArcGIS Pro-да деректерді зерттеу, визуализациялау және талдау жасауға мүмкіндік беріледі. Ол 2D және 3D карталарды жасауды қамтамасыз етеді. Сондай-ақ, ArcGIS Pro-да құжаттама мен басқағашықтықты жариялау үшін ArcGIS Online немесе ArcGIS Enterprise порталында жұмысты жариялауға болады.

Жалпыға арналған, ArcGIS Pro-да кіру процесі, басты бет, ArcGIS Pro жобалары мен пайдаланушы интерфейсі белгіленген. ArcGIS Pro, түсіндірме нысаны мен функционалды интерфейсі арқылы пайдаланушыларға мүмкіндік беру үшін өте ыңғайлы. Бұл интерфейс арқылы пайдаланушылар белгілі басқару панельдерін орнату, қалпына келтіру мен жобаларды жасау, құжаттама өңдеу, қауіпсіздік параметрлерін орнату және т.б. жобаларды реалдық уақытта жүзеге асыру үшін өте мүмкіндік береді.

ArcGIS Pro-функционалдық негіздемелері:

- Картаны түзету: ArcGIS Pro-да карталарды түзету үшін кіреді. Бұл қосымша функционалды инструменттер мен опцияларды қамтитын арқылы картаның түрін, құрамын, астарын, тақырыптық элементтерді, байланыстырғыштарды және басқаларды белгілеу мүмкіндігін береді.

- Геоанализ: ArcGIS Pro-да геоанализ үшін бірнеше инструменттер қолжетімді. Олар ағымдағы нүктелерді бойынша анализдің бір жолын талдау, геостатистикалық анализді жасау, геометриялық операцияларды орындау және басқаларды қамтитын функционалдық мүмкіндіктерді қамтитын.

- 3D графикалар мен моделдеу: ArcGIS Pro-да 3D карталар мен

модельдер жасауға болады. Оларды қолдану арқылы пайдаланушылар топтастыру, қызмет көрсету, аймақтарды және басқаларды жаңа нұсқаулармен талдау жасау мүмкіндігін алады.

- Құжаттама мен түсіндірме: ArcGIS Pro-да документтік құжаттама жасау және басқару мүмкіндігі бар. Ол құжаттама шаблондарын пайдалану, документтерді пішімдеу, орнату, баспау және басқаларды жасау мүмкіндіктерін береді.

- Өндірісші интерфейс: ArcGIS Pro, пайдаланушыларға кенеттен мүмкіндік беретін өндірісші интерфейске иелікті. Пайдаланушылар инструменттерді, менюларды және қосымша панельдерді жасау, бастау, функционалды интерфейсші шектеу және геоанализді автоматтандыру үшін Python тілін пайдалану арқылы жекелеулерін жасау мүмкіндігіне ие болады.

2.1 Құрғақшылықтың анықтамалары

Құрғақшылық әдетте құрғақ ауа-райының ауытқуынан кейін болады және ол біртіндеп өсімдіктердің өсуіне, сумен жабдықтауға және экономикаға әсер етеді. Құрғақшылықтың пайда болуы тек метрологиялық процестермен ғана емес, сонымен қатар гидрологиялық процестермен немесе тіпті адам әрекетімен де байланысты. Құрғақшылық жай ғана физикалық құбылыс емес, сондықтан, оны концептуалды түрде де, операциялық тұрғыдан да анықтауға болады. Тұжырымдама бойынша, құрғақшылық - адамдарға апат туралы хабар беретін жалпы термин. Сонымен қатар, тұжырымдамалық құрғақшылық шешім қабылдауға да көмектеседі. Операциялық анықтама құрғақшылық эволюциясын түсінуге көмектеседі, мысалы, құрғақшылықтың пайда болуы, дамуы және қалпына келуі.

Операциялық анықтама сонымен қатар құрғақшылықтың ұзақтығы, ауырлығы, шамасы, қарқындылығы, географиялық ауқымы және берілген уақыт кезеңіндегі жиіліктері сияқты сипаттамаларын қамтиды.

Бұл құрғақшылық сипаттамаларын талдау үшін сағаттық, тәуліктік және айлық жауын-шашын, жер бетінің температурасы және булану, жел жылдамдығы сияқты гидрологиялық айнымалылар сияқты метеорологиялық компоненттер қажет. Құрғақшылықты бақылау қиын, өйткені құрғақшылықтың әсері әр аймақта әр түрлі болады және барлық жағдайларда құрғақшылықтың бірыңғай индексі қолданылмайды.

Жалпы, құрғақшылықты әсерлеріне қарай төрт класқа бөлуге болады: метеорологиялық, ауылшаруашылық, гидрологиялық және әлеуметтік-экономикалық құрғақшылық. Жауын-шашынның тапшылығы әдетте метеорологиялық құрғақшылықтың өлшемі болып табылады және ұзақ уақыт бойы жауын-шашын тапшылығы топырақ ылғалдылығының төмендеуіне әкеледі (ауыл шаруашылығы құрғақшылығы). Топырақтан аз қуат алу ағындардағы және су қоймаларындағы судың мөлшерін азайтады (гидрологиялық құрғақшылық).

Метеорологиялық құрғақшылық

Метеорологиялық құрғақшылық аймақ ұзақ уақыт бойы жауын-шашынның жетіспеушілігін сезінгенде пайда болады. Метеорологиялық құрғақшылық бойынша бірнеше зерттеулер ай сайынғы жауын-шашын деректеріне немесе жауын-шашынның жиынтық тапшылығына негізделген. Мысалы, жауын-шашынның децильдері ылғалдылық жағдайларын анықтау үшін жауын-шашынның тарихи жазбаларында ағымдағы айлық жауын-шашынның дәрежесін бағалайды; стандартталған жауын-шашын индексі (SPI) бір айдан (қысқа мерзімді) жиырма төрт айға (ұзақ мерзімді) дейінгі уақыт кезеңдері үшін жауын-шашынның ықтималдығын есептейді; Топырақ жауын-шашын аномалиясы қазіргі құрғақшылықтың ауырлығын анықтау үшін жауын-шашын тапшылығын ұзақ мерзімді орташа мәндермен салыстырады; Жауын-шашынның аномалия индексі (RAI) жауын-шашынның тарихи таралуына негізделген аймақтық құрғақшылық туралы ақпаратты береді.

Ауыл шаруашылығының құрғақшылығы

Топырақтың ылғалдылығы негізгі көрсеткіш болып табылады, өйткені мұндай ауылшаруашылық құрғақшылық көрсеткіштері көбінесе топырақтың ылғал тапшылығын талдауға негізделеді. Көптеген зерттеушілер топырақтың ылғалдылығын құрғақшылық эволюциясын зерттеу үшін прокси ретінде пайдаланады. Топырақ ылғал тапшылығы индексі (SMDI) құрғақшылықтың ауырлығын сандық бағалау үшін әзірленген. Олар SMDI есептеу үшін Топырақ пен суды бағалау құралының (SWAT) гидрологиялық үлгісінен алынған апта сайынғы топырақ ылғалдылығы деректерін пайдаланды, бұл SPI және PDSI-мен жақсы корреляцияланған.

Тағы бір жиі қолданылатын ауылшаруашылық құрғақшылық индексі - Өсімдік ылғалдылығының индексі. CMI құрғақшылық жағдайларын бақылау үшін жауын-шашынның артық мөлшері мен топырақ ылғалдылығының инфильтрациясын пайдаланады және қысқа мерзімді құрғақшылыққа өте қолайлы.

Ауылшаруашылық құрғақшылық мониторингі үшін жер бетінің температурасы, Нормалданған айырмашылық өсімдік жамылғысы индексі және жауын-шашын мөлшері бар Масштабталған құрғақшылық жағдайының индексі (SDCI) қолданады [16].

Гидрологиялық құрғақшылық

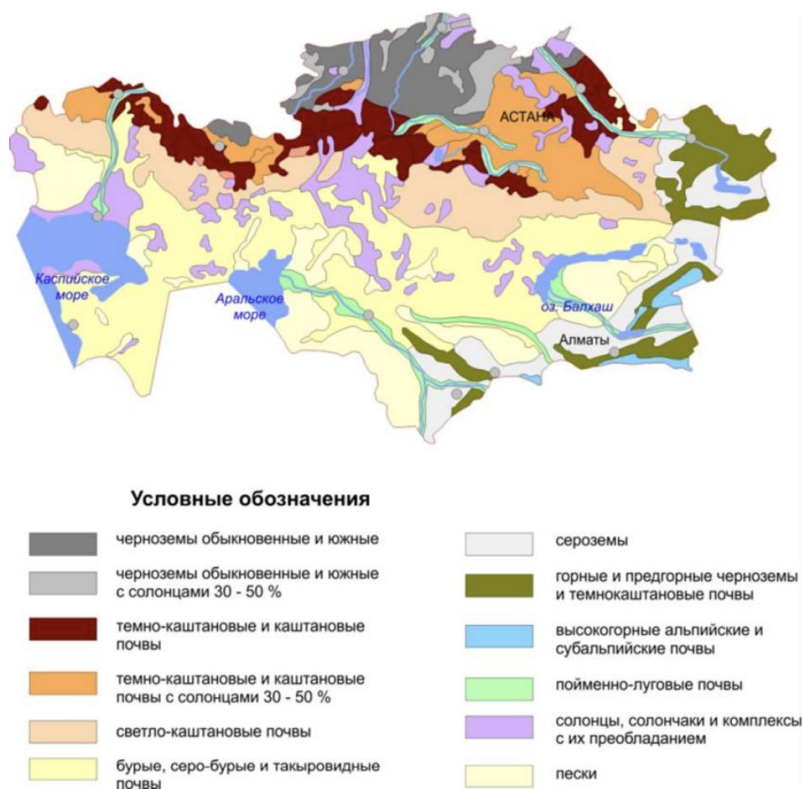
Гидрологиялық құрғақшылық жер үсті және жер асты суларының жинақталуымен көбірек байланысты. Ең көп тараған индекстер: Гидрологиялық құрғақшылықтың ауырлық индексі (PHDI) және жер үсті сумен қамтамасыз ету индексі (SWSI). SWSI климаттық және гидрологиялық сипаттамаларды біріктірді және қардың жиналуын қамту және ірі таулы аймақтардағы құрғақшылықты бағалау үшін әзірленген. SWSI су жинау шкаласы бойынша жақсы көрсеткіш болып табылады, бірақ бассейнаралық салыстыру үшін пайдаланылған кезде кемшілігі бар [15].

Әлеуметтік-экономикалық құрғақшылық

Әлеуметтік-экономикалық құрғақшылық сұранысты қанағаттандыра алмайтын сумен қамтамасыз ету ретінде анықталады. Ол көбінесе су ресурстарын жоспарлау және басқару үшін қолданылады.

3 Зерттеу объектісінің топырақ жамылғысы бойынша деректерді жинау

Маңғыстаудың топырақ құрылымы аймақтарға байланысты өзгеріп отырады және климаттық, геологиялық және географиялық жағдайларға байланысты ерекше белгілерге ие. Маңғыстаудың топырақ жамылғысының негізін қоңыр және сұр-қоңыр топырақтар құрайды. Қоңыр топырақтың құнарлығы жоғары, қоңыр түсті және қара шірік қабаты дамыған. Сұр-қоңыр топырақ, керісінше, қара шірікке кедей және ақшыл немесе ақшыл түсті болады. Топырақтың екі түрі де қарапайым құрылымды және құнарлылығы төмен. Тұздану – Маңғыстау топырағына тән қасиет. Тұздардың көзі – Каспий теңізі, ал құрғақ климат топырақтағы тұздылықтың сақталуына ықпал етеді. Топырақ қабаты тереңдеген сайын сармат әктастарының болуына байланысты тұздылық деңгейі жоғарылайды. Маңғыстаудың геологиялық тарихы, оның ішінде су асты өткені мен геологиялық күштері де топырақтың тұздануына ықпал етеді. Маңғыстау топырағы осал болып табылады және оны ауыл шаруашылығына немесе басқа мақсаттарға пайдаланған кезде ерекше назар мен білімді қажет етеді. Топырақты дұрыс пайдаланбау одан да көп тұздануға әкелуі мүмкін. Облыс топырақ типтері жағынан алуан түрлі, оған қоңыр, сұр-қоңыр, қиыршық қоңыр, сұр және басқа топырақ түрлері жатады.



3.1-сурет – Қазақстанның топырақ картасы

Таулы Маңғыстау өңірінің де өзіндік ерекшеліктері бар, оның ішінде шалғынды топырақтар мен топырақ жамылғысы жоқ аймақтар. Маңғыстаудың топырақ ерекшеліктерін түсіну және тиісті топырақты басқару әдістерін қолдану оның сапасы мен құнарлығын сақтауға және жақсартуға көмектеседі. Таулы Маңғыстаудың солтүстігінде, таяу және солтүстік-батыс бөлігінде (Түпқараған түбегі, Саура-Ақтау-Ұлытас мүйісі, Қаракия өңірі) қоңыр топырақты, қоңыр тұзды, қиыршық тасты. Сондай-ақ өңірде Тұзбайыр, Қарашек, Қауынды, Қарынжарық, Қаракия сияқты түрлі сорлар бар. Кейбір сулы-батпақты жерлерге шалғынды топырақтардың дамуы тән, бірақ тақыр жерлер Оңтүстік Маңғыстауда жиі кездеседі.

Үстірт аймағындағы топырақтардың таралуы біркелкі. Сұр-қоңыр шөл топырағы мұнда барлық жерде дерлік кездеседі. Алайда, төбеге жақын аймақтарда, Бейнеу жағынан оңтүстігінде таза сұр-қоңыр топырақ, ал қалған жерлерінде сортаң топырақ түрлері басым. Облыстың биік аймақтарында қиыршық тастың нашар дамыған түрі бар. Сондай-ақ қаратүлейлерді, сорларды, құмдарды және топырақтары дамыған шағын шөлді жерлерді кездестіруге болады. Үстіртте жұқа қабықпен жабылған борпылдақ сылақтан тұратын «тозған» деп аталатын топырақ түрі де бар. Жауын-шашын мөлшері аз және күшті булану салдарынан буроземдер мен сероземдер ең бетінен карбонатты болып табылады. Өктің көп мөлшері топыраққа сұр реңк береді.

Жетібай-Жаңаөзен 0-73 км Топырақ жамылғысы нашар қалыптасқан, топырақтардың қарашіріктік горизонты да нашар ажыратылған.

Су мен желдің әсері шаңның көтерілуіне және өсімдіктердің өсуіне әкеледі, бұл эрозия және топырақтың бұзылуы процестерін күшейтеді. Маңғыстау облысы, топырақ эрозиясының деңгейі 10-20%. Бұл процестер әсіресе үстірттің гипсті саздарында белсенді жүреді. Маңғыстау облысында топырақтың одан әрі бұзылуына жол бермеу және оның құнарлылығын сақтау үшін топырақты басқарудың тұрақты тәжірибесін және ауыл шаруашылығына және басқа да экономикалық қызметке теңгерімді көзқарасты қолдану қажет.

Маңғыстау облысының жауын-шашын мөлшері әдетте жылына 150 мм-ден аспайды. Жауын-шашын негізінен жаңбыр, ал қыста қар түрінде жауады. Үлкен аумақтардағы тұтас қар жамылғысы әдетте қысқы кезеңде (қаңтар-наурыз) бірнеше аптаға созылады. Осы мәліметтерге сүйене отырып, бұл учаскелердегі қозғалыс үшін климаттық жағдайлар жыл бойына салыстырмалы түрде жақсы деп саналады. Жауын-шашынның аз болуы жаз айларында құрғақшылыққа әкеледі, бірақ жылы кезеңнің ұзақтығы жыл бойы құрылыс жұмыстарын жүргізуге қолайлы. Ауданда бұршақ, қарлы боран, құмды дауыл сирек кездеседі. Бұл климаттық сипаттама құрылыс жұмыстарын жоспарлау және орындау үшін, сондай-ақ аймақтағы қозғалыс жағдайын бағалау үшін пайдалы болуы мүмкін.

Жобалық аумақ жер асты суларының 20-60 м тереңдікте орналасуымен сипатталады, негізінен ащы-тұзды. Верховодка және тұрақты ағындар жоқ. Қолда бар уақытша ағындар жеткізу түріне қарай қар ағындары ретінде жіктеледі. Трассаның бүкіл ұзындығында жер асты сулары жоқ. Шөлді климаты және тегіс беті бар сипатталған аумақтардың көпшілігі үшін жер үсті ағындары жоқ кең аумақтардың болуы тән. Жер асты сулары әдетте терең сулы горизонттың ортасынан ғана қолжетімді. Мұндай жер асты сулары көбінесе тұзды болып табыдады.

3.1 Маңғыстау облысының топырақ құрамындағы ауыр металдардың көрсеткіштері

Қазіргі уақытта техногендік және ауылшаруашылық аумақтарының топырақтарын ауыр металдармен ластау мәселесі өзекті болып отыр. Ауыр металдар қоршаған ортаны ластаушы заттардың арасында жетекші орындардың бірін алады. Қорғасын, мыс, мырыш, кадмий сияқты заттардың осы тобының көптеген өкілдері өте аз мөлшерде болса да иммунологиялық, онкологиялық және басқа да аурулардың түрлерін тудыруы мүмкін. Өртүрлі елдердің ғалымдары жүргізген зерттеулер нәтижесінде ауыр металдардың 70%-ға жуығы адам ағзасына тағаммен түсетіні дәлелденген [4]. Әдетте, аумақтың ауыр металдармен ластануы жергілікті сипатқа ие. Топырақтың максималды ластануы ірі магистральдардың, өнеркәсіп орталықтарының және мегаполистердің жанында байқалады. Антропогендік әсердің жоғары дәрежесіне ұшыраған урбанизацияланған аумақтар шегінде болғандықтан, қалалардың ауылшаруашылық аймақтары да ерекшелік емес. Ауылшаруашылық аймақтарының топырағына ауыр металдардың антропогендік түсуінің негізгі көздері жылу электр станциялары, көлік, ауыл шаруашылығы дақылдарын аурулар мен зиянкестерден қорғаудың химиялық құралдары болып табылады. Мұндай аймақтарда өсірілген өсімдік шаруашылығы өнімдері ауыр металдарды ШРК мен ШРК-дан жоғары концентрацияда жинақтайды. Мырыш, қорғасын және кадмий өсімдіктерге салыстырмалы түрде оңай қол жетімді, сондықтан қауіпті концентрацияларда жинақталу қаупі жоғары осы элементтер болып табылады [5].

Маңғыстау облысы Қазақстан Республикасының оңтүстік-батыс бөлігінде орналасқан. Жер қатынастары және жерге орналастыру мемлекеттік комитетінің мәліметі бойынша, ол 170,5 мың км² аумақты алып жатыр. Облыс ірі өнеркәсіптік аймақ болып табылады. Мұнда Қазақстан мұнайының 25 пайызы өндіріледі. Оның аумағы арқылы Ақтау-Жетібай-Өзен мұнай құбыры өтеді. Негізгі өнеркәсіп орталықтары – Ақтау, Жаңаөзен, Форт-Ақтау, Жетібай, Ақтау және Баутино теңіз порттары болып табылады.

Негізінен Маңғыстау облысының әлеуметтік-экономикалық дамуы қолайсыз табиғи-климаттық жағдайларда (тұщы су тапшылығы, құнарлы топырақ, Каспий теңізі деңгейінің тұрақты ауытқуы) қалыптасады, бұл

әлеуметтік саланың даму ерекшеліктері мен халықтың қоныстану сипаты.

Облыс аумағы Каспий маңы ойпаты мен Маңғыстау үстірті шегінде орналасқан. Батысынан Каспий теңізі шайып жатыр. Жағалау сызығы аздап ойысқан, ұсақ құмды шұңқырлар мен жағалаудағы аралдар, шығанақтар бар.

Батыстан облысты Каспий теңізі шайып жатыр – жағалауы батыста Комсомолец, Маңғышлақ, Қазақ, Кендірлі терең шығанақтарымен Маңғышлақ жамылғысы түрінде шығып жатыр. Каспий теңізінде – итбалық аралдары. Солтүстік бөлігінде кең тараған сортаңдармен Каспий маңы ойпатында орналасқан, оңтүстік бөлігін Маңғыстау таулары, Үстірт, Маңғышлақ және Кендірлі-Қаясан үстірттері алып жатыр. Теңіз деңгейінен төмен бірнеше ойпаңдар жатыр, оның ішінде Қазақстанның ең төменгі нүктесі Маңғышлақ түбегіндегі Қарағи ойысы (132 м).

Маңғыстау облысы аумағының көп бөлігін қоңыр топырақтағы бұталы өсімдіктері бар жусанды-сортты шөл алып жатыр: беті ішінара сортаңдармен, тақыр тәрізді сортаңдармен және өте сирек өсімдіктері бар құмдармен жабылған.

Аймақтың климаты шұғыл континенттік, өте құрғақ. Жауын-шашын жылына 100-150 мм шамасында.

Қаңтардағы орташа ауа температурасы оңтүстік-оңтүстік-батыс (-3°C) солтүстік-солтүстік-шығыс (-10°C) бағытында төмендейді. Каспий теңізінің әсерінен жұмсарған облыстың батыс бөлігінде абсолютті ең төменгі ауа температурасы (жылдық) -26°C , облыстың шығыс бөлігінде -34°C .

Шілдедегі ауаның орташа температурасы Каспий теңізінен қашықтығына қарай көтеріледі, облыстың батыс бөлігінде шілдедегі ауа температурасы ($+25^{\circ}\text{C}$), шығыс бөлігінде - ($+28^{\circ}\text{C}$). Абсолюттік максимум сәйкесінше батыс бөлігінде – ($+43^{\circ}\text{C}$), шығыс бөлігінде – ($+47^{\circ}\text{C}$). Ақтауда абсолютті максималды ауа температурасы $+41^{\circ}\text{C}$.

Ауаның орташа тәуліктік температурасының ($+5^{\circ}\text{C}$) өтуімен көктем облыстың оңтүстігінде 10-15 наурыздан, солтүстікте 20-31 наурыздан басталады. Күз, сәйкесінше, облыстың оңтүстігі мен оңтүстік-батысында 10 қарашадан кеш, облыстың солтүстігінде 20-31 қазан аралығында келеді.

Ауаның орташа тәуліктік температурасы 10°C жоғары болатын кезеңнің ұзақтығы Маңғыстау облысы аумағының көп бөлігінде жылына 180-ден 200 күнге дейін [6]. Маңғыстау облысының қазіргі экологиялық проблемалары халықтың өміршеңдігінің деңгейін айтарлықтай дәрежеде анықтайтын әртүрлі ауырлық дәрежесіне ие, бұл экологиялық проблемалардың аймақтық, а зоналдық және аймақшілік топтарының аумақтары түріндегі карталар сериясында көрсетілген.

Маңғыстау облысы радиоактивті шикізатты өндіру және өңдеу, оны энергетикалық, өнеркәсіптік, медициналық және ғылыми-зерттеу мақсаттарында пайдаланумен байланысты, радиоэкологиялық жағдайы біршама шиеленіскен Қазақстанның аймақтарының бірі болып табылады. Радиоэкологиялық жағдайлар табиғи және техногендік шыққан қауіпті объектілердің қанығу дәрежесімен анықталды. Қауіпті техногендік

радиоэкологиялық объектілерге Сайоттардың жерасты ядролық жарылыстары, Қошқарата қалдық қоймасы, МАЭК өнеркәсіп орындарындағы радиоактивті қалдықтар қоймалары, уран карьерлері және мұнай өнеркәсібінің қалдықтары бойындағы бұзылулар жатады.

Маңғыстау облысының топырақтары мен топырақ карталары туралы мәліметтерді талдау олардың экологиялық бұзылу дәрежесіне әсер ететін негізгі факторларды анықтауға, топырақтың ластануы мен сортаңдануының басым түрлерін анықтауға мүмкіндік берді. Өңірдегі топырақ сапасының көрсеткіштері өте төмен, бұл аймақтық топырақтарда қарашіріктің төмен болуымен және жағымсыз белгілердің болуымен байланысты: тұздылық, сілтілік, қоқыс. Облыстың кейбір аудандарында ғана суармалы егістік алқаптары пайдаланылып, сапалық көрсеткіш жоғары.

Зерттеу объектілері Маңғыстау облысының газ-мұнай кешенінің топырақтары болып табылады.

2021 жылдың жазында Маңғыстау облысының мониторинг учаскесінде барлығы 20 сынама алынды, оның ішінде 10 сынама А горизонтынан (газ-мұнай кешенінің тербелісіне жақын), 10 сынама В горизонтынан алынды. Жиналған үлгілер стационарлық жағдайда зертханалық талдаулар жүргізілгенге дейін құрғақ және салқын жерде сақталды. Сынамалар бір немесе бірнеше қабаттардан немесе горизонттардан конверт әдісін қолдана отырып, диагональ бойынша немесе осындай есептеумен кез келген басқа жолмен алынды, әрбір үлгі генетикалық горизонттарға немесе берілген топырақ типінің қабаттарына тән топырақ бөлігі болды.

Кесте 3.1 – Топырақты ластайтын зиянды заттардың шекті рұқсат етілген концентрацияларының нормативтері

Зат атауы	Топырақтағы ең жоғары рұқсат етілген концентрация (бұдан әрі – ШРК) мг/кг
Қорғасын (брутто түрі)	32.0
Мыс (жылжымалы пішін)	3.0
Мыс (брутто)	33
Chrome (жылжымалы пішін)	6.0
Chrome +6	0,05
Марганец (брутто)	1500
Никель (қозғалатын пішін)	4.0
Цинк (мобильді пішін)	23.0
Кадмий (брутто)	0,5
Мышьяк (брутто)	2.0

Топырақ үлгілеріне көп элементті талдау халықаралық стандартты әдістер бойынша «Антиген» ЖШС зертханасында, әдетте, егер топырақтың ауыр металдармен техногендік ластануын бақылау қажет болса, жалынмен және жалынсыз атомизациямен атомдық абсорбциялық спектрометрияны қолдана отырып жүргізілді. Металдың жалпы құрамын анықтау әдетке

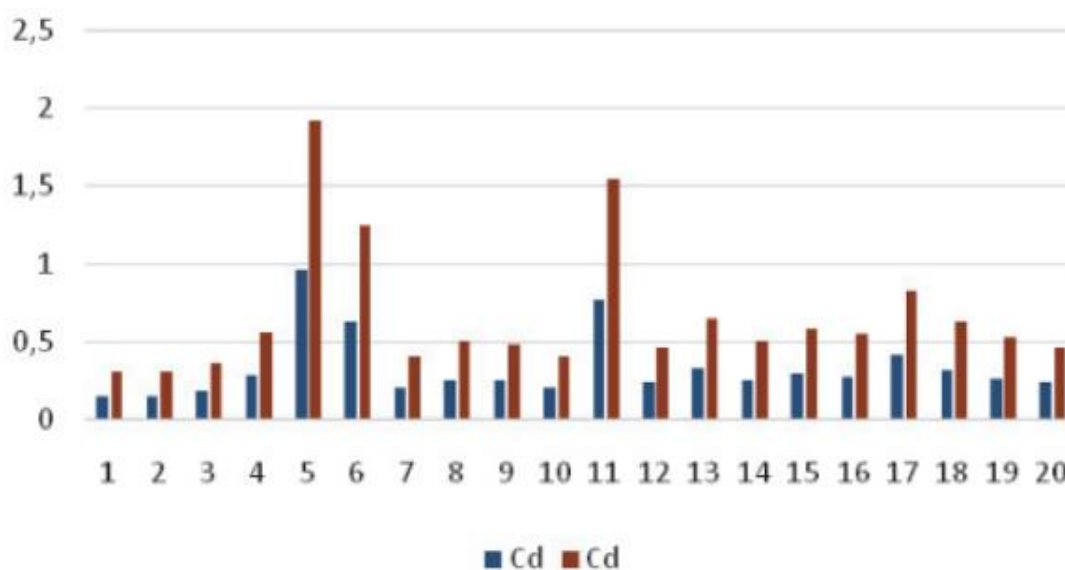
айналған. Алайда, жалпы құрамы әрқашан топырақтың ластану қаупінің дәрежесін сипаттамауы мүмкін, өйткені топырақ металл қосылыстарын байланыстыра алады, бұл оларды өсімдіктерге қолжетімсіз етеді.

Талдау кезінде топырақта 4 ауыр металдың (кадмий, мырыш, мыс және қорғасын) концентрациясы анықталды.

Ескерту – Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігінің 2004 жылғы 30 қаңтардағы N 99 және Қазақстан Республикасы Қоршаған ортаны қорғау министрлігінің 2004 жылғы 27 қаңтардағы N 21-ө бірлескен бұйрығы.

1. Топырақтағы кадмийдің концентрациясы

Барлық кен орындарының топырағында ауыр металдардың жалпы түрлері (кадмий, мыс, қорғасын, мырыш) ШРК-дан асып түседі. Суретте орташа мәні $0,96 \pm 0,15$ мг/кг болатын мұнай-газ жабдықтарының жанындағы топырақтағы кадмий көрсетілген. Кадмийдің ең жоғары концентрациясы 5,6 сынама бойынша бірқатар мұнай-газ жабдықтарымен және 11 сынама бойынша санитарлық-қорғау аймақтарынан тыс жерлерде алынды. Бұл факт топырақтың ластануының болуын төмендегі 2-суретке сәйкес кейбір орталарда кадмий табылған қалдықтардың әсер ету қаупі болуы мүмкіндігін көрсетеді.

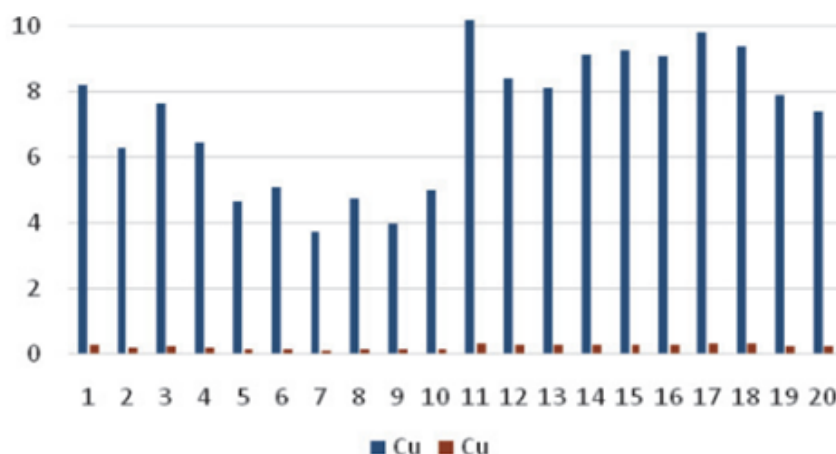


3.2-сурет – Топырақтағы кадмийдің концентрациясы

2. Топырақтағы мыс концентрациясы

График зерттелетін аумақтың топырағындағы мыс мөлшерін көрсетеді. Мыстың төменгі деңгейі бастапқы ($8,12 \pm 3,73$ мг/кг) және басқа үлгілерде ($10,2 \pm 7,4$ мг/кг) алынды. Топырақтағы мыстың деңгейі төмен болды. Бұл топырақ ортасының мыспен ластануын көрсетпейді. Суретте көрсетілгендей, мыс топырақтағы қалыпты диапазонда екені анықталды. 3-суретке сәйкес зерттелетін аумақтағы мыс топырағының деңгейі хабарланған, бірақ

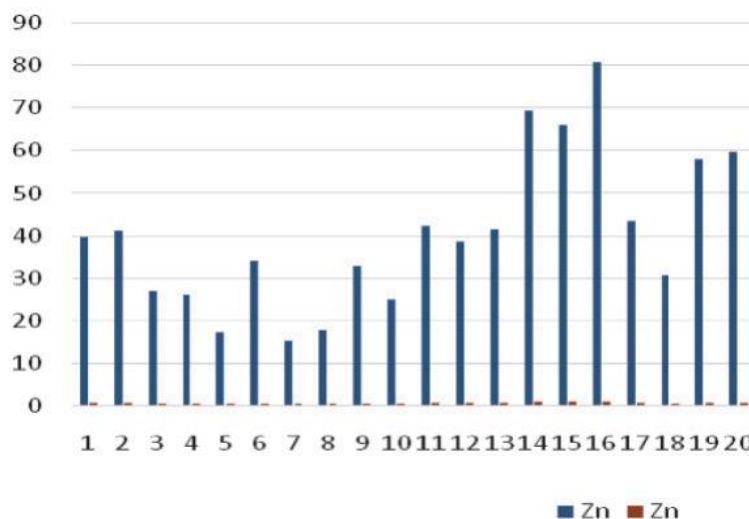
алынғаннан төмен.



3.3-сурет – Топырақтағы мыс концентрациясы

3. Топырақтағы мырыштың концентрациясы

4-суретке Өртүрлі бағыттағы мырыш мөлшері көрсетілген. Мырыштың төмен деңгейі 5–7 үлгілерде ($17,1 \pm 15,2$ мг/кг) алынды. Бұл зерттеудегі қорғасынның орташа деңгейі жоғары болды. Алынған мырыш деңгейі күріште көрсетілгендей топырақтағы қалыпты диапазонда екені анықталды. 4, ең төменгі мән. Зерттелетін аймақтағы мырыш деңгейі факторы бар фондық үлгіге қарағанда төмен болды.

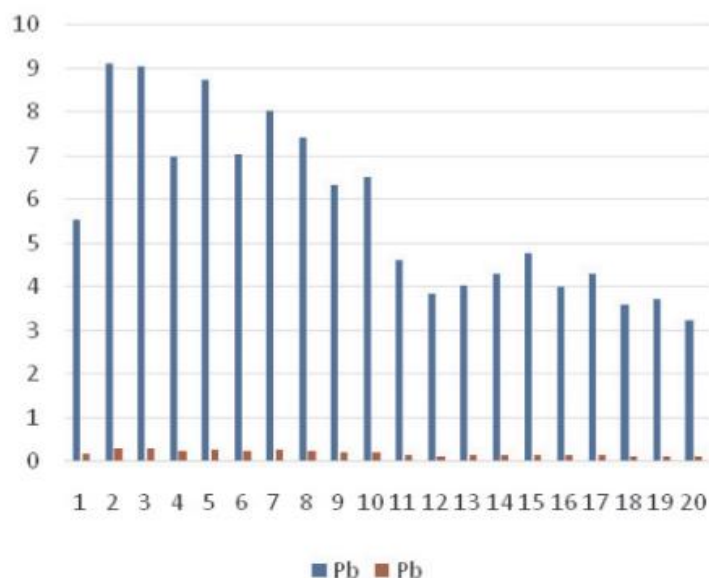


3.4-сурет – Топырақтағы мырыштың концентрациясы

4. Топырақтағы қорғасын концентрациясы

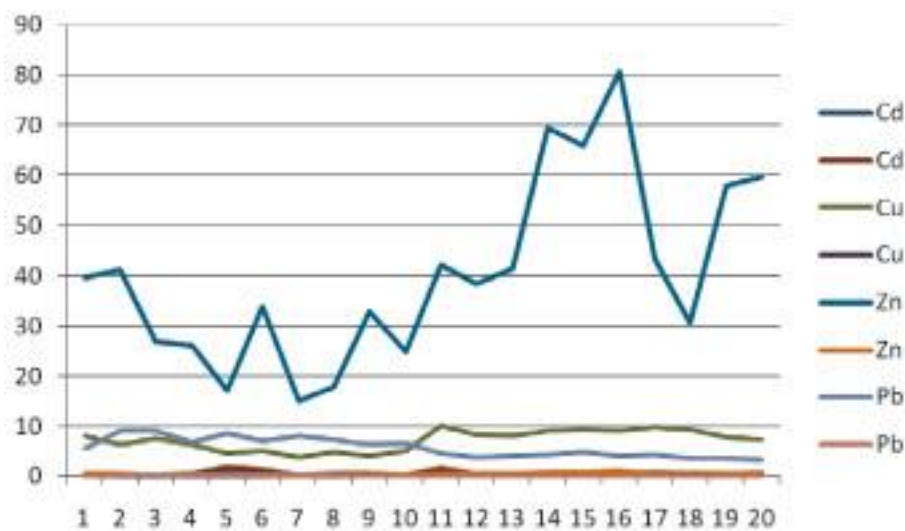
Қорғасынның ең төменгі деңгейі 18–20 үлгіде ($3,58 \pm 3,28$ мг/кг) және ең жоғары деңгейі 2–3 үлгіде ($9,09 \pm 9,04$ мг/кг) орташа деңгейі $6,55 \pm 6,28$ мг/кг алынды. Топырақтағы қорғасынның деңгейі төмен болды. Бұл топырақ

ортасының қорғасынмен ластанбағанын көрсетеді. Топырақта қорғасынның қалыпты шегінде екені анықталды.



3.5-сурет – Топырақтағы қорғасын концентрациясы

Ауыр металдармен аумақтағы топырақтың ластану дәрежесі іс жүзінде ластанбаған түрде көрсетілген.



3.6-Сурет – Ауыр металдармен аумақтағы топырақтың ластану дәрежесі

Деректерді талдау топырақтың кадмиймен орташа және қатты ластанғанын көрсетті. Бұл белгілі бір учаскедегі топырақты олардан алынған кадмий арқылы жинауға болатындығын білдіреді. Тергеу барысында жақын маңдағы ауылшаруашылық алқаптарында осы металдың жинақталуымен

ауыл шаруашылығы өнімдерінің ластану қаупі бар екені белгілі болды. Сондықтан көпшілікті қажетсіз қауіп-қатерге ұшыраудан ескерту үшін бұл учаскенің қоршаған ортаға әсерін бағалау жүйелі түрде қажет. Бұл кен орнындағы топырақтар құрамындағы ауыр металды анықтау үшін міндетті түрде сыналады. Мұнай-газ кешені еліміздің және оның жекелеген аймақтарының әлеуметтік-экономикалық дамуына шешуші әсер етеді, шын мәнінде ол мемлекеттің бүкіл экономикасы үшін донор болып табылады және экономиканың басқа салаларының дамуына ықпал етеді. Өңірлер мен бүкіл мемлекет ауқымындағы аса маңызды әлеуметтік бағдарламаларды жүзеге асыру мұнай-газ кешені кәсіпорындарының жұмысымен байланысты. Дегенмен, ауылшаруашылық өндірісі топырақтың экологиялық сапасымен ажырамас байланыста. Бұл зерттеудің нәтижелері жерді пайдалануды жоспарлаудың дұрыс нұсқауларын құруда пайдалы болады.

Осылайша, Маңғыстау өңіріндегі топырақтың ауыр металдармен ластануын талдау ең көп ластанушы заттардың топырақ үлгілерінен табылғанын көрсетеді. Жетібай кен орны аймағындағы топырақтың ауыр металдармен ластануын талдау ұңғыма маңында да, СҚА сыртында да топырақ үшін ШРК-ның шамалы артық болуы тек кадмийде байқалатынын көрсетеді. Барлық басқа ауыр металдардың концентрациясы ШРК-дан аспайды, бұл жұмыстың шолу бөлігінде ауыр металдардың экологиялық мониторингте ақпараттық маңыздылығының төмендігі туралы жасалған қорытындыларды растайды.

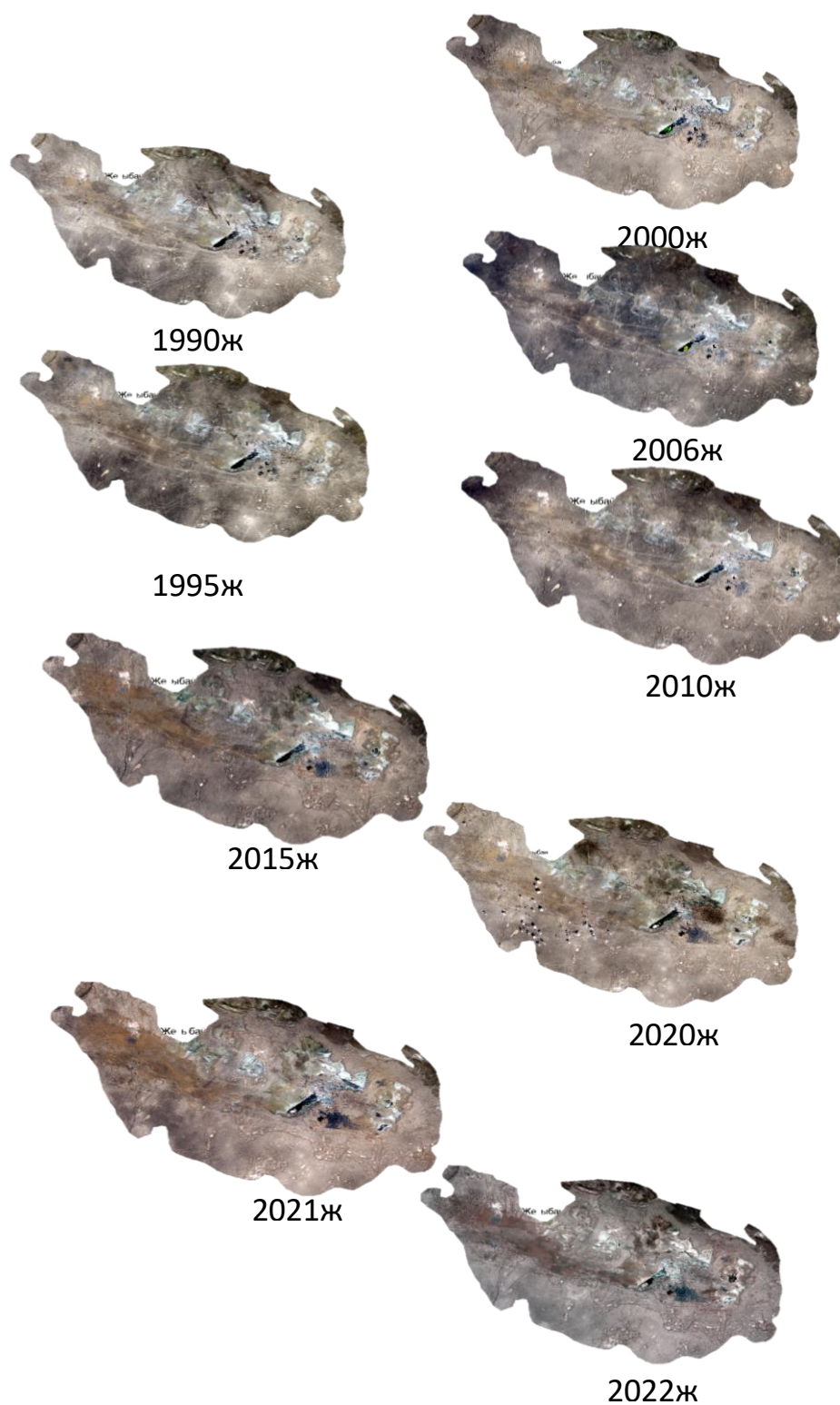
3.2 Ғарыштық түсіріс мәлеметтері бойынша топырақтың агроэкологиялық жай-күйін бағалау

Маңғыстау облысы бойынша топырақтың агроэкологиялық жай-күйін бақылау үшін бастапқы ақпараттар көзі ретінде Landsat 5-8 спутниктерінен аэротүсірістер алынды. 6-суретке сәйкес 1990 жылдан бастап 2022 жыл аралығындағы жаз айларындағы түсірістер қолданылды.

2015 және 2021 жылдың жазында Маңғыстау облысының мониторинг учаскесінде барлығы 20 сынама алынды, оның ішінде 10 сынама А горизонтынан (газ-мұнай кешенінің тербелісіне жақын), 10 сынама В горизонтынан (елді-мекен) алынды. Жиналған үлгілер стационарлық жағдайда зертханалық талдаулар жүргізілгенге дейін құрғақ және салқын жерде сақталды.

Топырақ үлгілеріне көп элементті талдау халықаралық стандартты әдістер бойынша «Антиген» ЖШС зертханасында топырақтың ауыр металдармен техногендік ластануы көрсеткіштерін және топырақ құрамының өзгеруін анықтаған. Жалпы құрамы әрқашан топырақтың ластану қаупінің дәрежесін сипаттамауы мүмкін, өйткені топырақ металл қосылыстарын байланыстыра алады, бұл оларды өсімдіктерге қолжетімсіз етеді. Осы

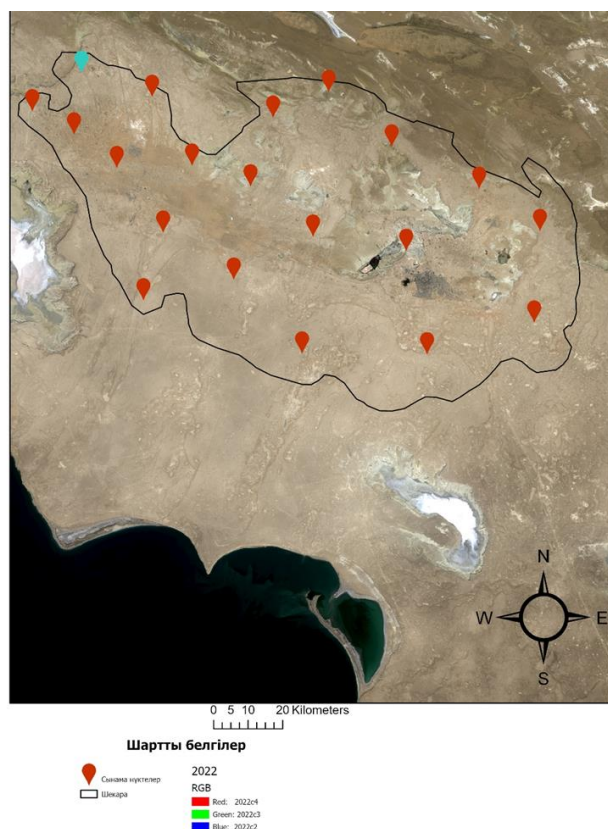
жүргізілген сипаттамаларға сәкес ЖҚЗ деректері негізінде индекстік есептеулер жүргізілді.



3.7-сурет – Landsat 5, 8 ғарыштық түсірістер

Индекстік есептеулер күрделілігіне баланысты Arcmap және ArcGIS pro

бағдарламаларында есептелінді. Өзгеру нәтижесі кесте түрінде ұсынылады.



3.8-сурет – Облыс аймағы бойынша сынама алынған нүктелер

Кесте 3.2 – Сынама нүктелердің координаттары

Сынама нүктелер	X	Y
1	51,96	43,73
2	52,15	43,69
3	52,25	43,56
4	52,4	43,52
5	52,46	43,65
6	52,61	43,7
7	52,77	43,6
8	53	43,52
9	53,16	43,44
10	53,14	43,26
11	52,86	43,2
12	52,81	43,4
13	52,54	43,2
14	52,56	43,43
15	52,36	43,34
16	52,17	43,43
17	52,05	43,56
18	51,94	43,62

19	52,12	43,3
20	51,83	43,66

Зерттеу объектілері Маңғыстау облысының

- Газ-мұнай кешенінің топырақтары (оның ішінде Жетібай кен орны)
- Облыс бойынша құрғақшылықтың ең жоғары деңгейі тіркелген аймақ (Мұшайшы ауылы)
- Сортаң жерлер

3.3 Бағдарламалық индекстік есептеулер

Сандық шешімдердегі ауыл шаруашылығына арналған өсімдік жамылғысының индексі.

Жерсерік негізіндегі аналитиканың интеграциясы фермерлік қолданбалардың ағымдағы құнын арттыра алады, сонымен қатар олардың белгілі бір шектеулерін шеше алады. Атап айтқанда, өсімдіктердің индекстерін өз өнімдеріне қосу арқылы бағдарламалық қамтамасыз ету провайдерлері өз бизнесі үшін келесі артықшылықтарды ашады және пайдалана алады:

- жоғары деңгейдегі талдаудың болуы;
- олардың қызметін кеңейту мүмкіндігі;
- бір жерде әртүрлі кескін көздеріне қол жеткізу;
- ішкі шығындарды азайту;
- олардың өнімдерінің қосымша құны.

Қашықтан зондтаудағы өсімдіктердің индекстерінің көптеген артықшылықтары тұтынушылар тәжірибесін жақсартуға көмектеседі. Жерсеріктен түсірілген суреттер мен басқа әуе деректері бірнеше мүмкіндік береді:

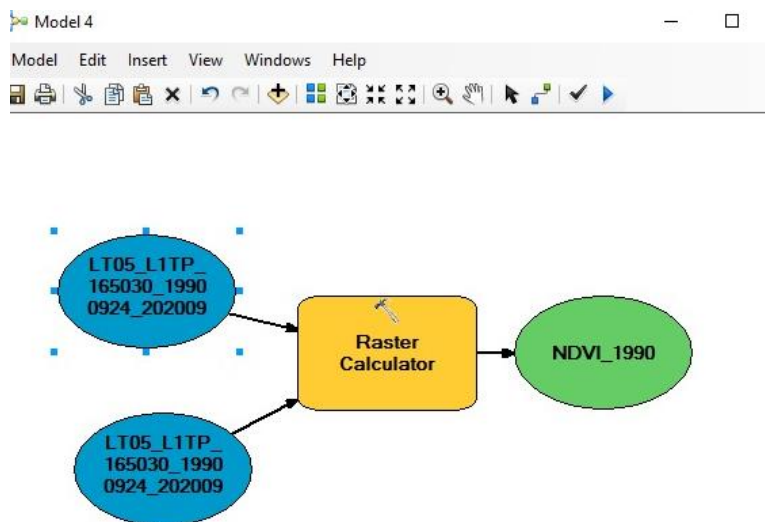
- дрон операцияларына, деректерді өңдеуге және интерпретациялауға шығындарды үнемдеу;
- аэрофототүсірілімдермен салыстырғанда үлкен аумақтарды қамту;
- далалық тексеруге кететін шығындарды қысқарту: қосымша ұшқышсыз авиациялық бақылаулар тұрақты спутниктік қайта қарауларға қарағанда қымбатырақ;
- қолайлы форматта қысқа уақыт ішінде деректер талдауын алу;
- желдің екпініне қарамастан өрістерді бақылау.

Спутниктік кескіндер арқылы agri бағдарламалық қамтамасыз ету провайдерлері әуе деректерінің бар пулын айтарлықтай кеңейте алады, сонымен қатар уақыт пен ресурстарды үнемдей алады, ал соңғы пайдаланушылар көбірек деректерге жылдамырақ қол жеткізе алады. Осылайша, қашықтан зондтаудағы вегетациялық көрсеткіштер егін жай-күйін алыстағы жоғары деңгейде талдауда пайдалы.

Өсімдік жамылғысының нормаланған айырмашылық индексі

(NDVI)

Өсімдік жамылғысының типтік спектрлік индекстерінің ішінде NDVI дақылдардың даму динамикасын бақылау үшін ең қолайлы көрсеткіштердің бірі болып табылады, өйткені ол өсімдіктердегі фотосинтетикалық белсенді биомассаны өлшейді. Дегенмен, бұл өсімдік жамылғысының индексі EVI, SAVI, ARVI, GCL немесе SIPI сияқты басқа индекстерде жұмсартылған топырақтың жарықтығына және атмосфералық әсерлерге өте сезімтал. 9-суретте көрсетілген ArcGIS бағдарламасында құрылған модульдік есептеу жүргізілді.



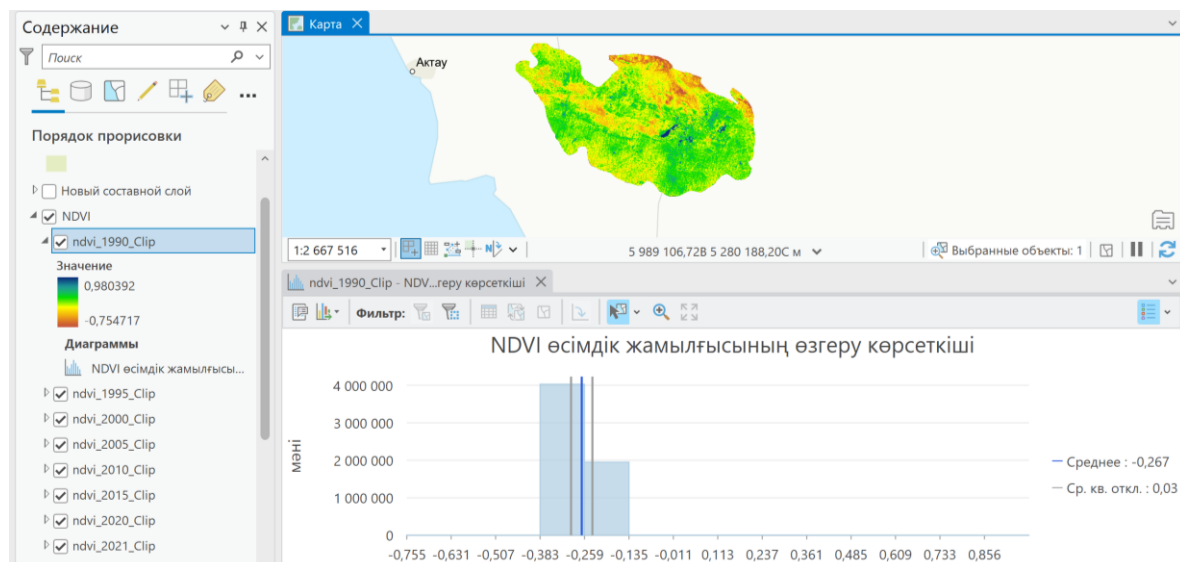
3.9-сурет – Бағдарламалық модуль

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}, \quad (4.1)$$

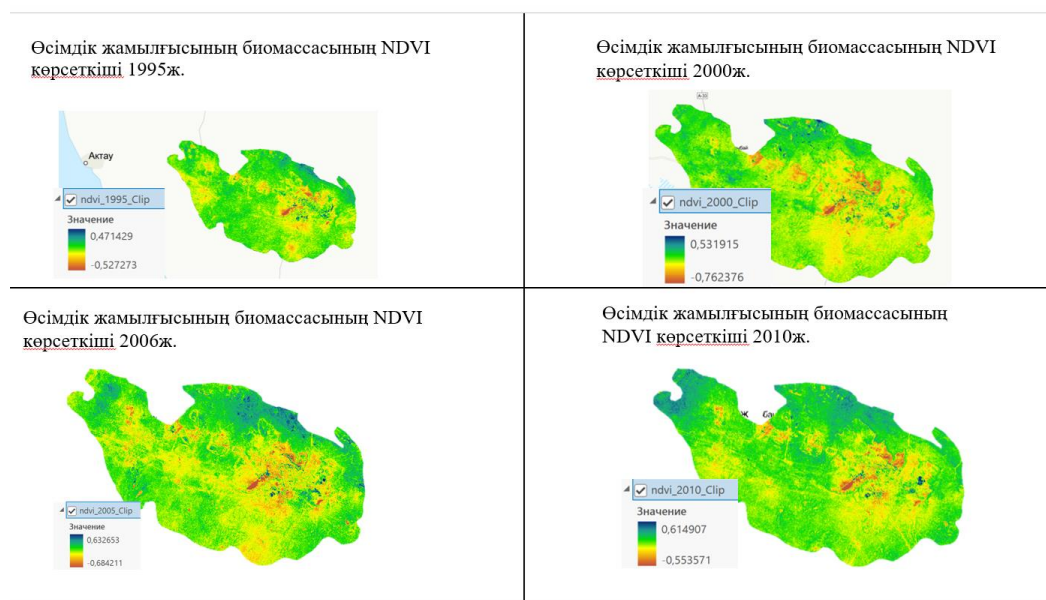
Негізгі факт: NDVI - қашықтан зондтаудағы ең көп таралған өсімдік индексі. Өсімдік жамылғысы тым аз, сондықтан оның спектрлік шағылысу тым төмен болған жағдайдан басқа, оны бүкіл өсімдік өсіру маусымында пайдалануға болады.

Пайдалану уақыты: NDVI мәндері егіннің белсенді өсу кезеңінде маусымның ортасына дәл болып табылады.

10,11,12-суреттерде бағдарламалық индекстерден шыққан көрсеткіш мәндер көрсетілген

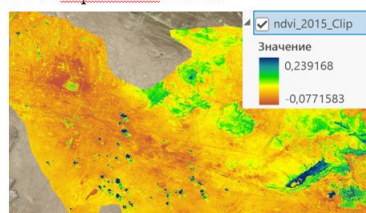


3.10-сурет – 1990 ж. Бойынша NDVI өзгеру көрсеткіші

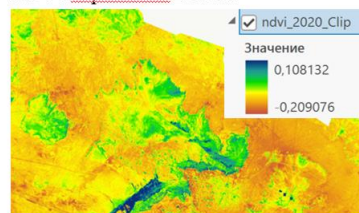


3.11-сурет – 1995ж.-2010ж. Аралығы бойынша NDVI өзгеру көрсеткіші

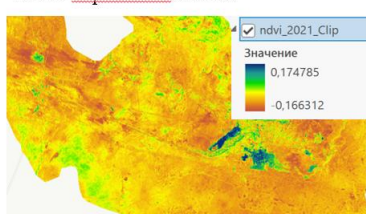
Өсімдік жамылғысының биомассасының NDVI көрсеткіші 2015ж.



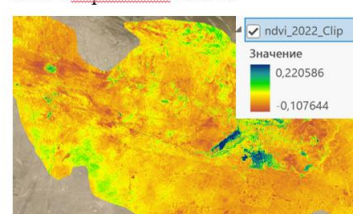
Өсімдік жамылғысының биомассасының NDVI көрсеткіші 2020ж.



Өсімдік жамылғысының биомассасының NDVI көрсеткіші 2021ж.

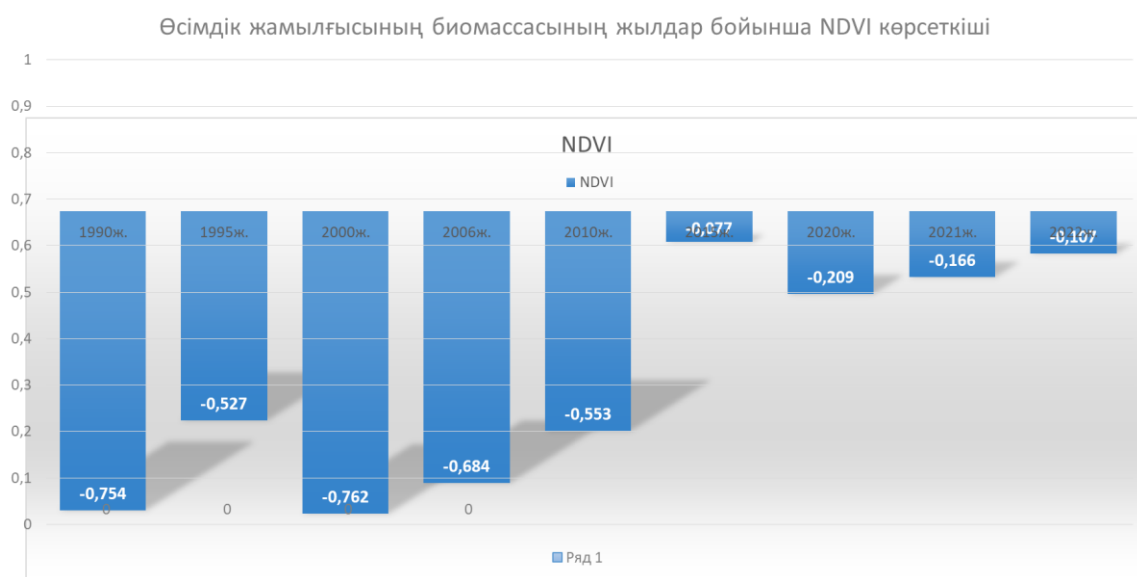


Өсімдік жамылғысының биомассасының NDVI көрсеткіші 2022ж.



3.12-сурет – 2015ж.-2022ж. аралығы NDVI өзгеру көрсеткіші

Өсімдік жамылғысының биомассасының жылдар бойынша өзгеру аралықтары төмендегі 12-суретте көрсетілген.



3.13-сурет – Өсімдік жамылғысының жылдар бойынша өзгеруі

Топыраққа түзетілген өсімдіктердің модификацияланған индексі (MSAVI)

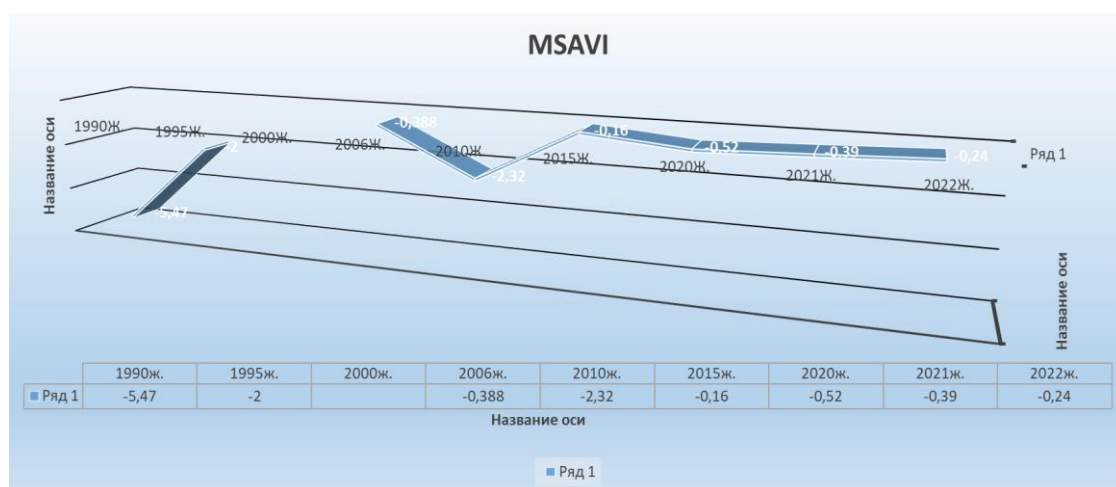
MSAVI өсімдіктерінің индексі өсімдік мониторингі нәтижелеріне топырақ әсерін азайту үшін тағайындалған . Сондықтан, ол NDVI нақты мәндерді бере алмаған кезде қолданылады. Әсіресе топырақтың пайызы жоғары, сирек өсімдіктер немесе өсімдіктердегі хлорофилл мөлшері аз кезде қолданылады.

$$MSAVI = B_{NIR} + \frac{1 - \sqrt{(2B_{NIR} + 1)^2 - 8(B_{NIR} - B_{RED})}}{2} \quad (4.2)$$

Негізгі факт: MSAVI топырақ әсеріне бейімделген және даладағы ерте өсімдіктерге сезімтал болғандықтан, ол жер егінмен әрең жабылған кезде де жұмыс істейді.

Қолдану уақыты: MSAVI егін өсіру маусымының басында – көшеттер пайда бола бастағанда пайдалы.

14-суретке сәйкес MSAVI жылдар бойынша өзгеру динамикасы көрсетілген



3.14-сурет – MSAVI жылдар бойынша өзгеру динамикасы

Топыраққа түзетілген өсімдік жамылғысының индексі (SAVI)

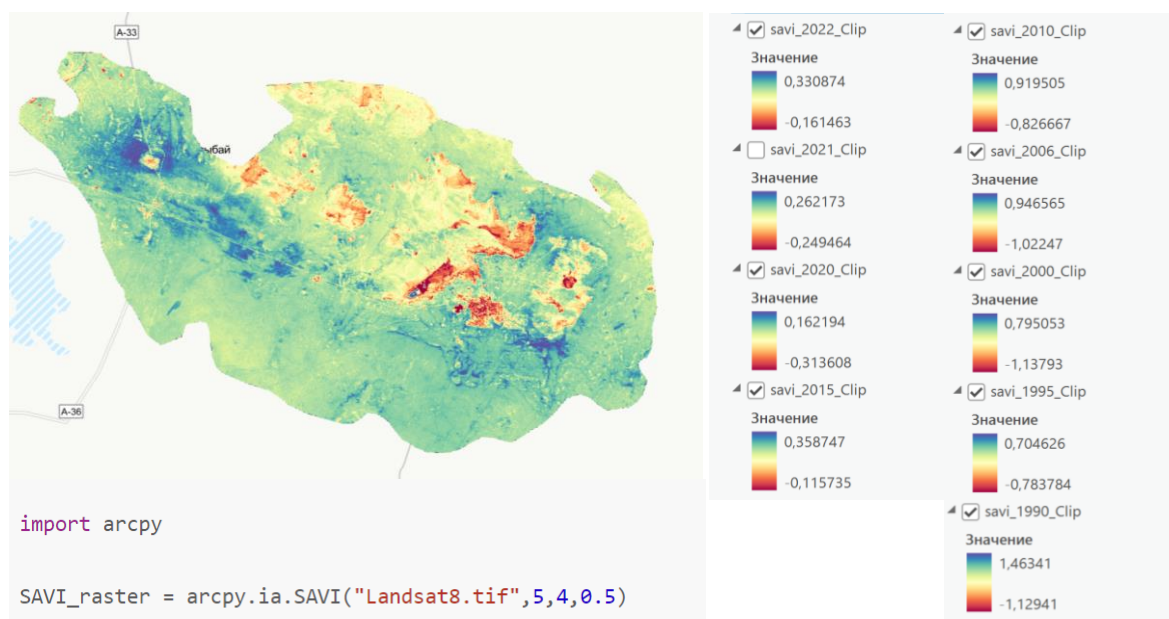
SAVI топырақ жарықтығының әсерін азайту үшін енгізілген. Оны жасаушы Хюэте нәтижелерге әсер ететін топырақ шуының әсерін (топырақ түсі, топырақ ылғалдылығы, аймақтар бойынша топырақтың өзгермелілігі және т.б.) түзету үшін NDVI теңдеуіне L топырақ реттеу коэффициентін қосты.

$$SAVI = \frac{(B_{NIR} - B_{RED})(1 + L)}{B_{NIR} + B_{RED} + L} \quad (4.3)$$

Негізгі факт : L сұрақ қойылған аумақтағы жасыл өсімдіктердің тығыздығына байланысты -1-ден +1-ге дейін өзгереді. Жасыл өсімдіктері жоғары аймақтарда L= 0 және бұл жағдайда SAVI NDVI-мен бірдей. Керісінше, төмен жасыл өсімдіктер аймақтары үшін L = 1. Көбінесе, L жер жамылғысының көпшілігіне бейімделу үшін 0,5 мәніне орнатылады.

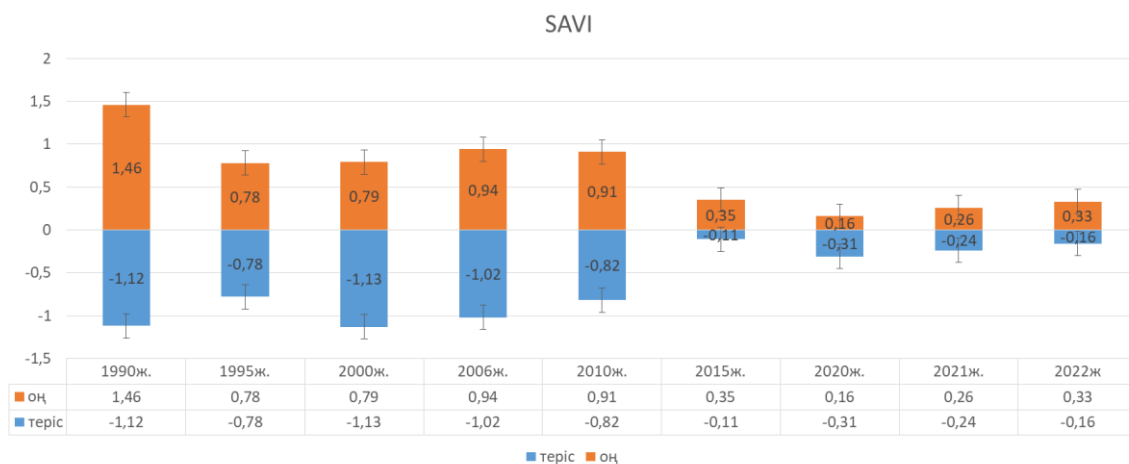
Қолдану уақыты : жас дақылдарды талдау үшін; өсімдіктері сирек

(жалпы аумақтың 15%-дан азы) және ашық топырақ беті бар құрғақ аймақтар үшін.



3.14-сурет – SAVI есептеулер

Көпканалды растрлық объектіден топыраққа реттелген өсімдік индексін (SAVI) есептейді



3.15-сурет – SAVI – Топыраққа түзетілген вегетациялық көрсеткіш

Топырақтың түзетілген өсімдік жамылғысының индексі (SAVI) әдісі топырақтың жарықтығын түзету коэффициентін қолдану арқылы топырақ жарықтығы әсерін азайтуға тырысатын өсімдік көрсеткіші болып табылады. - 1,0 мен 1,0 аралығындағы мәндерге әкелетін шөлді аймақтарда қолданылады.

Трансформацияланған топырақ түзетілген VI (TSAVI)

TSAVI - Baret және т.б. әзірлеген трансформацияланған топырақ

түзетілген өсімдіктердің индексі. Бұл индекс топырақ сызығының ерікті еңісі және координат осімен қиылысуы мүмкін деп болжайды және өсімдік көрсеткішін нақтылау үшін осы мәндерді пайдалануға мүмкіндік береді. «X» параметрі «топырақтың фондық әсерін азайту үшін реттеу» үшін енгізілген. Автордың мақаласында бұл коэффициент 0,08 деп көрсетілген. Изовегетация сызықтарының қиылысу нүктесі 0 нүктесі мен L=0,5 үшін SAVI индексінде пайдаланылған нүкте арасында жатыр.

$$TSAVI = \frac{b \times (\rho_{nir} - \rho_{nir}(Soil))}{\rho_{red} + b(\rho_{nir} - a) + X \times (1 + b^2)}$$

$\rho_{nir}(Soil) = a + b \times \rho_{red}(Soil), a=0.011, b=1.16, X=0.08$

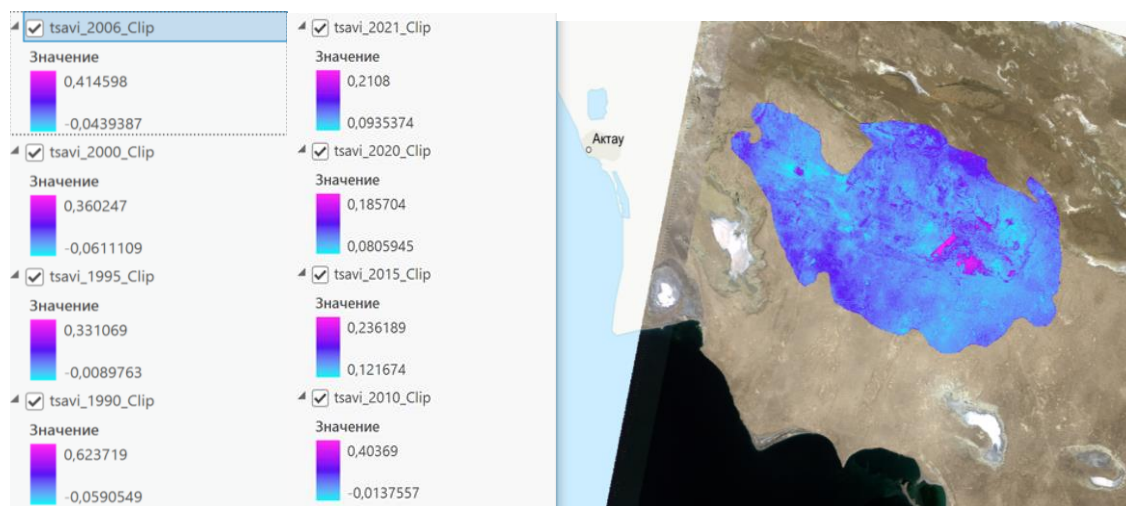
(4.5)

мұндағы, а - топырақ сызығының NIR осімен қиылысу координатасы, s - топырақ сызығының еңісі, X - топырақ шуды азайту үшін түзету коэффициенті, (бастапқы мақалада X=0,08)

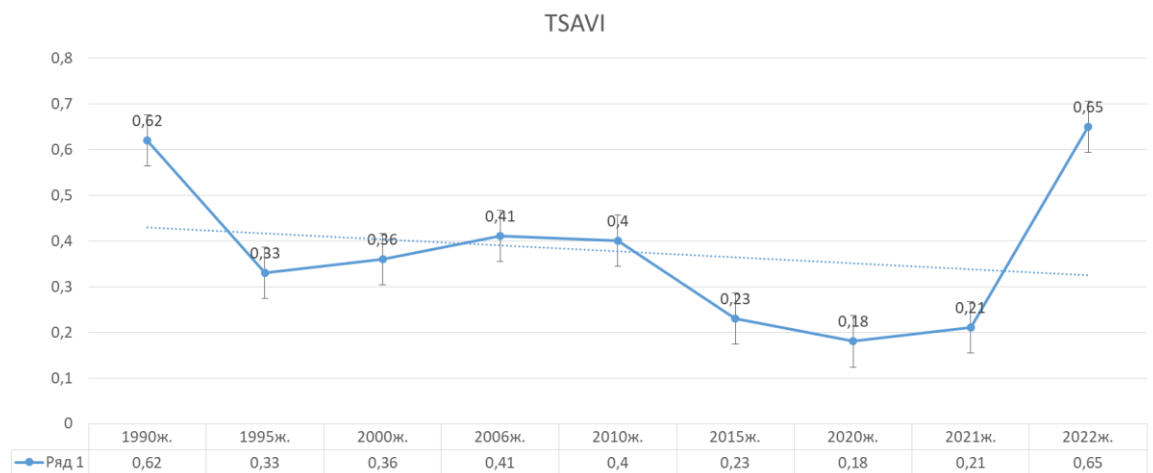
Негізгі факт: Нәтижелер салыстырмалы көрсеткішпен анықталады. Изовегетация сызықтары теріс Қызыл және NIR квадрантында жиналады. Топырақ сызығының ерікті еңісі мен қиылысу нүктесі бар. Мүмкін мәндер -1 және 1 аралығында көрсетеді.

Transformed Soil Adjusted Vegetation Index (TSAVI)

Transformed Soil Adjusted Vegetation Index (TSAVI) әдісі топырақ сызығының ерікті еңісі мен қиылысуы бар деп есептей отырып, топырақ жарықтығының әсерін барынша азайтуға тырысатын өсімдік көрсеткіші болып табылады.



3.16-сурет – TSAVI



3.17-сурет – TSAVI жылдар бойынша өзгеру динамикасы

А және В горизонтынан алынған 20 сынама нүктелеінің нәтижесі бойынша Маңғыстау облысы бойынша ең көп топырақтың бұзылу факторлары және өсімдік динамикасының өзгеруі 2015 жылдан басталады. Ғарыштық түсірістерге индекстік анализдер жасау арқылы жер үсті мәліметтерінің расталуын айқындайды. Және бұл өзгеріс динамикасының ең нашар көрсеткіштері 2021 жылға тұспа-тұс келіп тұр. Демек аэроғарыштық кескіндердің пайдалана отырып топырақтың жай-күйін және өсімдік биомассасының таралу көрсеткіштерінің нәтижелерін алуымызға болатындығын көрсетеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Жалпы алғанда, ғарыштық түсірілімнің әлемдік саласы өнімдердің, қызметтердің жаңа түрлерін дамытуда және қашықтықтан зондтау деректеріне қол жеткізуде жоғары динамиканы, көп бағдарламалылықты және икемділікті көрсетеді. Соңғы жылдары әр түрлі сегменттерінде қашықтықтан зондтау деректері нарығының өсуі үшін айтарлықтай тұрақты мүмкіндіктер бар. Жергілікті өзінөзі басқару, ішкі істер, төтенше жағдайлар қызметі, экологиялық бақылау және т.б. ақпараттық жүйелерді дамыту қажеттілігі артып келеді. Қашықтан зондтау деректерін ықтимал тұтынушылардың мүдделері тұрғысынан келесі өлшемдер маңызды:

- түсірілім диапазоны (бір жақтауға түсетін аумақ);
- түсірілімнің спектрлік диапазоны және осы немесе басқа сенсор беретін каналдар саны;
- жоспардағы және кеңістіктегі позицияны анықтау дәлдігі;
- ақпараттық қабаттардың мазмұны;
- биіктікті анықтау дәлдігі және деректерді жаңарту деңгейі және т.б.

Қорытындылай келе, Маңғыстау өңіріндегі топырақтың ластануын талдау ауыр металдар ластаушы заттардың ең көп мөлшері топырақ үлгілерінен табылғанын көрсетеді. Фондық мазмұн деңгейлері ауыр металдар белгілі бір нүктелерде айтарлықтай шектен асып түскен, ең маңызды ластаушы заттар мырыш пен мыс болып табылады. А және В горизонтынан алынған 20 сынама нүктелеінің нәтижесі бойынша Маңғыстау облысы бойынша ең көп топырақтың бұзылу факторлары және өсімдік динамикасының өзгеруі 2015 жылдан басталады. Ғарыштық түсірістерге индекстік анализдер жасау арқылы жер үсті мәліметтерінің расталуын айқындайды. Және бұл өзгеріс динамикасының ең нашар көрсеткіштері 2021 жылға тұспа-тұс келіп тұр. Демек аэроғарыштық кескіндердің пайдалана отырып топырақтың жай-күйін және өсімдік биомассасының таралу көрсеткіштерінің нәтижелерін алуымызға болатындығын көрсетеді.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. <https://official.satbayev.university/download/document/17552/%D0%9C%D0%90%D0%93%202020%20%D0%94%D3%99%D1%83%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B1%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%B2%20%D0%90..pdf>
2. <https://official.satbayev.university/download/document/9842/%D0%90%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%90%D1%80%D1%83%D0%B6%D0%B0%D0%BD.pdf>
3. <https://official.satbayev.university/download/document/28003/%D0%91%D0%90%D0%9A2022%20%D0%9A%D0%B5%D0%BD%D0%B6%D0%B5%D0%B1%D0%B0%D0%B0%D0%B5%D0%B2%D0%B0%20%D0%A1%D1%8B%D0%BC%D0%B1%D0%B0%D1%82.pdf>
4. <https://official.satbayev.university/download/document/10005/%D0%91%D0%B5%D0%BA%D0%B5%D0%BD%20%D0%9C%D0%B0%D2%93%D0%B6%D0%B0%D0%BD.pdf>
5. <https://mangystau.invest.gov.kz/kz/about/info/>
6. <https://official.satbayev.university/download/document/28029/%D0%91%D0%90%D0%9A2022%20%D0%A2%D0%B5%D2%A3%D0%B5%D0%BB%D0%B1%D0%B0%D0%B9%20%D0%93%D2%AF%D0%BB%D0%BD%D0%B0%D0%B7%20%D2%9A%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D1%82%D2%9B%D1%8B%D0%B7%D1%8B.pdf>
7. <https://official.satbayev.university/download/document/12718/%D0%A2%D1%96%D0%BB%D0%B5%D1%83%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%B8%D0%BD%20%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D1%96%D1%80%D0%BB%D0%B0%D0%BD.pdf>
8. <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=8425>
9. <https://stud.kz/referat/show/101303>
10. Абросимов А.В. Возможности использования данных КА «Ресурс-П» для выявления изменений на земной поверхности / А.В. Абросимов., Т.В. Орлов // Геоматика. – 2017.
11. Адамович Т. А., Анализ сезонной и многолетней динамики вегетационного индекса NDVI на территории государственного природного заповедника «Нургуш»/ Т. А. Адамович, Г. Я. Кантор Т. Я. Ашихмина, В. П. Савиных // Теоретическая и прикладная экология. 2018. №1. С. 18-24.
12. Михайлов, С. И. Применение данных дистанционного зондирования Земли для решения задач в области сельскохозяйственного производства С. И. Михайлов // Земля из космоса. Наиболее эффективные решения. – Вып. 9. – Весна 2011. – С. 17–23.
13. Использование спутниковой информации MODIS в оперативной агрометеорологии [Текст] / А. Д. Клещенко, В. М. Лебедева, Т. А. Найдина, О. В. Савицкая // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. – Т. 12, № 2. – С. 143–154.
14. Михайлов С.И. Применение данных дистанционного зондирования Земли для решения задач в области сельскохозяйственного

производства // Земля из космоса. –2011. –Выпуск 9. – С. 17-23.

15. Инструкция по оценке оправдываемости агрометеорологических прогнозов. – М. : Гидрометеиздат, 1983. – 7 с.

16. Распределенная система спутникового агромониторинга в Украине / А. Ю. Шелестов, С. В. Скакун, А. Н. Кравченко, Н. Н. Куссуль // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2011. – Т. 8, № 1.– С. 141–149.

17. Прогнозирование урожайности зерновых и зернобобовых культур в центральных черноземных областях на основе комплексирования наземных и спутниковых данных / А. И. Страшная, Л. Л. Тарасова, Н. А. Богомолова, Т. А. Максименкова, О. В. Береза // Труды Гидрометцентра России. – 2015. – Вып. 353. – С. 128–153.

18. Принципы агроландшафтного районирования пахотных земель Северного Казахстана по данным LANDSAT и MODIS / А. Г. Терехов, И. С. Витковская, М. Ж. Батырбаева, Л. Ф. Спивак // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2010. – Т. 7, № 3. – С. 292–304.

19. Плуталова, Т. Г. Мониторинг сельскохозяйственных культур сухостепной зоны Кулундинской равнины на основе данных спутниковой группировки RapidEye / Т. Г. Плуталова, Н. М. Ковалевская // Дистанционное зондирование Земли из космоса: алгоритмы, технологии, данные. Материалы молодежной школы-семинара / Под ред. А. А. Лагутина. – Барнаул : АЗБУКА, 2013. – С. 16–23.

