

*М.М. Сейтқазы<sup>1</sup>, М.Т. Таукебаева<sup>2</sup>, А.С. Ақтымбаева<sup>1</sup>,  
О.Ж. Таукебаев<sup>1</sup>*

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

<sup>2</sup>Ұлттық мемлекеттік ғылыми-техникалық сараптама орталығы,  
Алматы қ., Қазақстан

---

---

## **LANDSAT TM/ETM-НЕН АЛЫНҒАН NDVI НЕГІЗІНДЕ АЛАКӨЛ АЛАБЫНЫҢ ӨСІМДІК ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ ӨЗГЕРУ ДИНАМИКАСЫН ТАЛДАУ**

---

---

**Түйіндеме.** Мақалада Алакөл алабының өсімдік жамылғысының өзгеру динамикасын зерттеу нәтижелері берілген. Өсімдік жамылғысы әртүрлі физика-географиялық, климаттық ерекшеліктерімен, сондай-ақ зерттелетін аумақтың геоэкологиялық жағдайларымен байланысты еңірдің ерекшеліктерін анықтайтын индикаторлардың бірі болып табылады. Осыған байланысты мақалада қарастырылып отырған аумақта орналасқан метеостанциялардан алынған жауын-шашын деректерін және ауа температурасын салыстыру негізінде Алакөл алабының өсімдік жамылғысының өзгеру динамикасы көрсетілген. 2010-2018 жж. NDVI мәліметтері бойынша өсімдік жамылғысының қазіргі жағдайы қарастырылды және алынған нәтижелер климаттық және өсімдік жамылғысы индексінің карталарында келтірілген. Негізгі керсеткіштер 2010 және 2018 жылдардағы Landsat 7 ғарыштық суреттерінен алынды, олар ENVI, QGIS және ArcGIS бағдарламаларының көмегімен еңделді. Ғарыштық суреттерге сәйкес, аймақтағы қазіргі жағдай мен талдау нәтижелері келтірілген. Вегетациялық индекстің статистикалық талдауы бірнеше жыл бойынша NDVI өзгерістерінің регрессиялық теңдеулерін алуға мүмкіндік берді. 2010 жылмен салыстырғанда 2018 жылы тығыз және ете сирек өсімдіктердің аудандары ұлғайған.

**Түйінді сөздер:** Алакөл алабы, өсімдік жамылғысы, климат керсеткіші, NDVI, Landsat 7, қашықтықтан зондылау, тұрақты даму.

• • •

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования динамики изменения растительного покрова Алакольского бассейна. Растительный покров является одним из индикаторов определяющего особенности региона, которые связаны с различными физико-географическими, климатическими особенностями, а также геоэкологической ситуацией исследуемой территории. В связи с этим в статье представлена динамика изменения растительного покрова Алакольского бассейна на основе сопоставления данных осадков и температуры воздуха

от метеостанций, расположенных на рассматриваемой территории. По данным NDVI за 2010-2018 годы была рассмотрена современная ситуация растительного покрова и полученные результаты представлены на климатических и картах индекса растительного покрова. Основные показатели были взяты с космических снимков Landsat 7 в 2010 и 2018 годах, которые были обработаны в программах ENVI, QGIS и ArcGIS. По данным космических снимков представлена современная ситуация региона и результаты анализа. Статистический анализ рядов вегетационного индекса позволил получить регрессионные уравнения изменений NDVI в течении нескольких лет. Установлено, что по сравнению с 2010 годом в 2018 году увеличились площади густой и очень редкой растительности.

**Ключевые слова:** бассейн Алаколь, растительный покров, показатель климата, NDVI, Landsat 7, дистанционное зондирование, устойчивое развитие.



**Abstract.** The article presents the results of a study of the dynamics of changes in the vegetation cover of the Alakol basin. The vegetation cover is one of the indicators of the defining features of the region, which are associated with various physiographic, climatic features, as well as the geocological situation of the study area. In this regard, the article presents the dynamics of changes in the vegetation cover of the Alakol basin based on a comparison of precipitation data and air temperature from weather stations located in the territory under consideration. According to NDVI data for 2010-2018, the current situation of the vegetation cover was considered and the results obtained are presented on climatic and maps of the vegetation cover index. The main indicators were derived from Landsat 7 satellite images in 2010 and 2018, which were processed using ENVI, QGIS, and ArcGIS. According to satellite imagery, the current situation in the region and the results of the analysis are presented. Statistical analysis of the series of the vegetation index made it possible to obtain regression equations for NDVI changes over several years. It was established that, compared with 2010, in 2018, areas with dense and very rare vegetation increased. The main reason for this change is to reduce the area of rare and the area from the average density of vegetation due to the development of these lands.

**Keywords:** Alakol basin, vegetation cover, climate indicator, NDVI, Landsat 7, remote sensing, sustainable development.

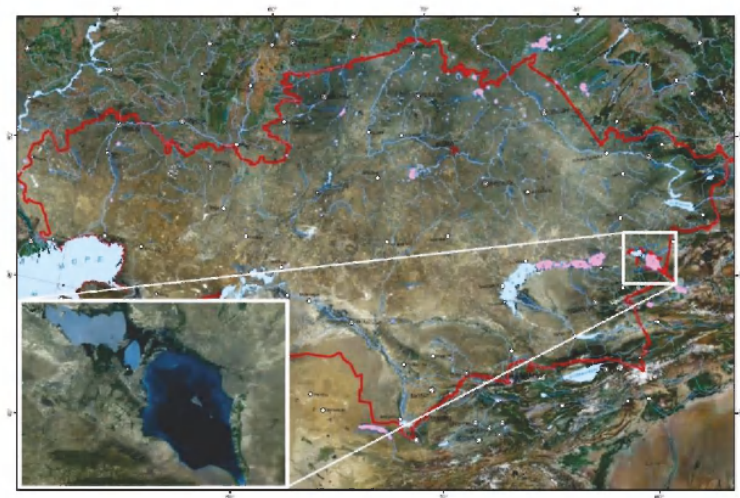
**Кіріспе.** Зерттеу тарихына тоқталып етсек, XIX ғасырда және XX ғасырдың бірінші жартысында Алакөл алабы бірнеше рет геологтар, гидрогеологтар, географтар, топографтар және гидробиологтармен танысып, зерттелді. Олардың ішінде А. Шренк (1840-1845 жж.) [1], А.Ф. Голубева (1862 ж.) [2], В.В. Сапожникова (1904-1907 жж.) [3], В.А. Обручева (1905-1906 жж., 1909 ж.) [4], Б.К. Терлецкий (1931-1940 жж.) [5], З.А. Сваричевская (1933 ж.) [6] және т.б. Алакөлдің алабының гидрогеологиялық жағдайлары мәселелерімен С.Мухамеджанов (1965 ж.), Т.Т. Исабаев (1968 ж.) [7], Р.Д. Кудрин (1965 ж.) [8], Ж.С. Сыдықов (1972 ж.) [9] және

т.б. Тянь-Шань. Алакел шепнді алабы (1960 ж.), А.К.Бувалкин және В.В. Власов (1961 ж.), А.К.Бувалкиннің бүгілген құрылымдарында орналасқан геологиялық сипаттамасына кептеген жарияланған жұмыстарды (1958 ж.) [10], А.А. Иванов (1962 ж.), В.А. Обручев (1958 ж.), А.К. Бувалкин және Л.И.Котова (1991 ж.), Л.К. Диденко-Кислицин (1999 ж.) арнады [11].

Алакел келі алабының аумағында орналасқан табиғи-шаруашылық жүйелерінің геоэкологиялық жағдайларына байланысты мәселелермен Ж. Достай, М.Ж. Бурлибаев, Н.А. Амирғалиев, Л.Я. Курочкина, А.С. Ақтымбаева [12], С.К. Алимқұлов және басқалары айналысқан. Алакел келі алабы аумағының туристік-рекреациялық әлеуетін зерттеумен С.Р. Ердаулетов, В.П. Благовещенский, О.Б. Мазбаев, Е.А. Тоқпанов, Б.К. Асубаев және басқалары айналысқан [13]. Жер беті жамылғысы туралы ақпарат қоршаған ортаны қорғау және тұрақты дамуды іске асыру жөніндегі шараларды әзірлеу үшін негіз бола алады [14-16]. Қашықтықтан зондылау технологиясы жер бедері туралы ақпарат алудың негізгі құралы болып табылады және мәліметтерді жинау мен жаңартудың жоғары жылдамдығы, кең ауқымы, экономикалық тиімділігі және үлкен кеңістіктік ақпараттар оның негізгі артықшылығы болып саналады [17-19]. Қашықтықтан зондылау әдісін далалық әдістермен бірге қатар қолдану соңғы уақытта кеңінен таралып келеді. Бірақ есімдік жамылғысын зерттеуде бұрыннан келе жатқан дәстүрлі әдіс тиімді емес, өйткені олар ұзақ уақытты алады және қымбатқа түседі.

Жер беті жамылғысын зерттеуде әлемнің 30-дан астам зерттеу топтарымен бірге Италиядағы Біріккен зерттеу институты SPOT4-VEGETATION ғарыштық суретінен мәліметтерді алып, жаһандық жер бедерінің картасын жасауға арналған «Global Land Cover 2000 (GLC2000)» жобасын іске асырды [20]. Екі жылдан кейін АҚШ НАСА 2001 жылдың қаңтарынан желтоқсанға дейінгі кезеңдеріндегі MODIS жаһандық жер жамылғысы туралы деректер базасын шығарды [21]. Есімдік жамылғысын инфрақызыл спектрдағы суреттерді қолдана отырып картографиялауда 1994 жылы АҚШ Геологиялық қызметі мен Ұлттық парктер қызметі арасындағы «USGS-NPS Vegetation Mapping» жобасы басталған [22-23]. Қашықтан зондылау технологиясы, әсіресе үлкен аудандарда, есімдік жамылғысының динамикасын қарастырғанда экономикалық жағынан тиімді, әрі қолданбалы мүмкіндіктерді ұсынады [24]. Жер бетінің жағдайың, есімдік жамылғысын ғарыштан бақылау жиырмасыншы ғасырдың аяғынан бері негізгі мәлімет кезі болып келеді. Құрғақ жерлерде есімдіктердің жай-күйін сипаттау үшін ерекше қызығушылық тудыратын ғарыштық деректер керсеткіштерінен алынған үлгілерді құру әрекеттері ұлғая түсуде. Бұл керсеткіштер шелейттену динамикасын зерттеуде, әсіресе оның ертерек алдын алуда ете пайдалы. Зерттеудің көрнекті керсеткішіне ғарыштық суреттер кемеімен анықталатын есімдік индексі (NDVI) жатады.

**Зерттеу нысаны.** Алакөл алабының географиялық орны Қазақстан Республикасының оңтүстік-шығыс бөлігіне сәйкес келеді. Солтүстігінде – Тарбағатай, оңтүстігінде – Жетісу Алатауы, шығыс және оңтүстік-шығысында Барлық жоталары орналасқан. Сонымен қатар Барлық жотасы мен Жетісу Алатауының арасында Жоңғар қақпасы деп аталып кеткен тар таулы өткелдер орналасқан. Батыста ойпаттың шекарасы жеткілікті шартты, өйткені нақты табиғи шептер мұнда бақыланбайды. Алакөл солтүстік-батыстан оңтүстік-шығысқа қарай созылып жатқан теңіз деңгейінен 247.3 м абсолюттік биіктікте орналасқан ағынсыз көл (1-сурет). Көлдің ауданы барлық аралдарымен қоса алғанда 2696 км<sup>2</sup>, жағалауының ұзындығы 384 км-ді, ұзындығы 104 км-ді, ең шығыңқы ені 52 км-ді, ең терең жері 54 м-ді, орташа тереңдігі 22.1 м-ді құрайды, ал көлдің су көлемі 58-60 км<sup>3</sup>, су жинау алабы 47859 км<sup>2</sup> тең, сонымен қатар көлге 15-тен аса өзен келіп құяды.



Сурет 1 – Зерттеу аймағы

Көлдегі ең үлкен шығанақ Алакөл шығанағы деп аталады және ол оңтүстік-шығыс жағында орналасқан [25]. Қабанбай, Көктұма, Ақши, Көктал елді-мекендері аумағында емдеу-сауықтыру мақсатындағы туристік жүйелер орналасқан. Соңғы жылдары осы мақсатта пайдалануына байланысты антропогендік әсерге көп ұшырауының әсерінен өсімдік жамылғысының жай-күйінің өзгерісін бақылау мен зерттеу өзекті мәселе болып саналады.

**Зерттеу мәліметтері мен әдістері.** Жұмыста геоэкологиялық үдерістерді талдаудың жалпы ғылыми әдістері, камералды картографиялау әдістері, статистикалық мәліметтерге салыстырмалы

талдау жасау, кешенді талдау әдістері, қашықтықтан зондылау мәліметтерін бақылау әдістері пайдаланылды [26-30]. *Дереккөздер.* Зерттеу негізінен Landsat ғарыштық суреттері мен аймақтағы метеорологиялық станциялардан алынған ақпараттар арқылы жүзеге асырылды. Пайдаланылған ғарыштық суреттердің сипаттамасы 1-кестеде келтірілген.

**Кесте 1 - Талдауда пайдаланылатын деректер жиынтығы және олардың сипаттамалары**

Мәліметтер жиынтығы	Уақыты	Кеңістіктік рұқсаттылығы	Дерек көзі	Форматы
Landsat 7	2010 жыл тамыз	30 м	U.S. Geological Survey	Raster
	2018 жыл тамыз	30 м	U.S. Geological Survey	Raster

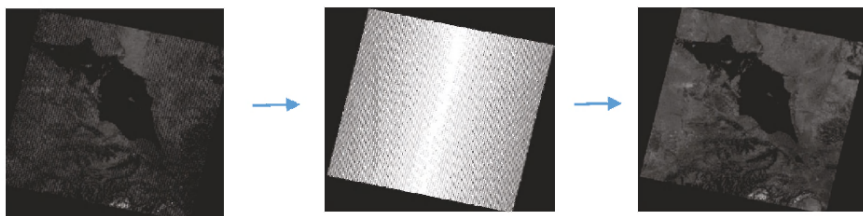
Алакел көлі алабы аумағының топырақ-өсімдік жамылғысын бағалауды төмендегі көрсеткіштер бойынша жүргізу ұсынылды: табиғи аймақ, ормандылық, батпақтылық, жыртылған аумақ. Топырақ-өсімдік жамылғысын бағалау шкаласы Ю.А. Веденин, Н.Н. Мирошниченко [31] және А.В. Дроздов [32] ұсынған бағалау негізінде жасалды. Алакел көлі алабының биіктік белдеуі таулы аудандарда, шөлді және жартылай шөлейтті жерлер жазық аймақтарда тараған. Ландшафттың сирек кездесетіндігіне байланысты шөлді және шөлейтті аймақтарды салыстырмалы түрде қолайлы деп, далалы аймақтарды қолайлы, рекреациялық мақсатта пайдалануға орманды және орманды-дала аймақтарын ең қолайлы деп бағалау жасалды (2-кесте) [12].

**Кесте 2 - Топырақ-өсімдік жамылғысын бағалау шкаласы**

Көрсеткіштер	Топырақ-өсімдік жамылғысы		
	ең қолайлы	қолайлы салыстырмалы түрде қолайлы	
Табиғи аймақ	орманды, орманды-дала аймағы	орманды-дала аймағы	шөлді және шөлейтті аймақтар
Ормандылық, %	15-тен астам	10-15	10-нан кем
Батпақтылық, %	1-3	3-5	5
Жыртылған жер, %	20	20-30	30

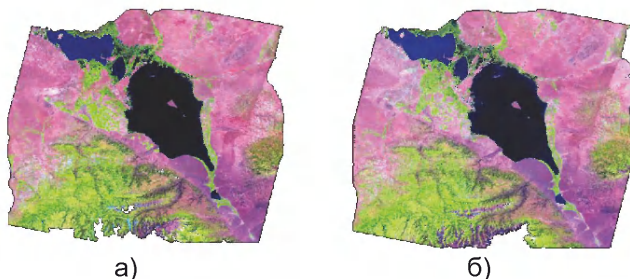
Топырақ-өсімдік жамылғысының қорытындысы бағасы аталған барлық көрсеткіштерді негізге ала отырып, қосындысын есептеу арқылы жүзеге асырылады. Осы аталған мәліметтерді ескере отырып, карталар құрастырылып, олардың қорытынды бағасы берілді. *Ғарыштық суреттерді алдын-ала өңдеу.* Landsat ғарыштық суреттерінің ішінде кейінгі уақытта Landsat 8 ғарыштық суретінің үлесі

өте жоғары. Бірақ соған қарамастан Landsat 7 суреттері бойынша үлкен архивтік базаның арқасында құбылыстың көпжылдық өзгеру динамикасын зерттеуде басымдылыққа ие. Сонымен қатар осы зерттеу аймағының зерттеу уақытындағы Landsat 8 OLI суреттерінде бұлтылық деңгейі жоғары болғандықтан, Landsat 7 + ETM сенсорынан алынған 2010 жылғы 8 тамыз бен 2018 жылғы 14 тамыздағы мәліметтер пайдаланылды және олар Earth Explorer USGS сурет дерекқорынан (Landsat Imagery мұрағаты) жүктелді [33-34]. Landsat 7 + ETM спутниктерінен алынған барлық ғарыштық суреттерде 2003 жылдың 31 мамырынан бері белгілі CLS-off ақауы бар (қара жолақтар) (сурет 2), суреттердің ортасында орталықтан шетіне дейін кеңейтілмейтін қара жолақтар бар. Бұл «бос орындар» автоматты түрде декодтауда кескіндерді пайдалануды айтарлықтай қиындатады және бірнеше нұсқауларға кедергі келтіреді. Сондықтан алдын ала зерттеуде қолданылатын ғарыштық суреттер каналдарында қара жолақтар алынып тасталды [35].



Сурет 2 – Landsat 7 ғарыштық суретінің 5 каналы (2018 ж. 14 тамыз)

5-4-3 каналдарының комбинациясы (сурет 3) 4-5-1 комбинациясы сияқты көптеген мәліметтердің дешифрленуі мен тустік контраст береді. Сау өсімдік жамылғысы ашық жасыл, ал топырақ жамылғы қызғылт туспен беріледі. Бұл комбинация өсімдік жамылғысын зерттеуге өте қолайлы және ормандарды зерттеуде кең қолданысқа ие [36].



Сурет 3 – Зерттеу аймағының табиғи түстер (Landsat 7 (5-4-3) а) 2018 ж. 14 тамыз; б) 2010 ж. 8 тамыз)



Great Plains зерттеуі бойынша зерттеушілер Дональд Диринг және Роберт Хаас [37] жайылымдық есімдіктерінің биофизикалық сипаттамаларын ғарыштық спектральды сигналдардан корреляциялау немесе сандық бағалау қабілеттілігін осы айырмашылықтармен араластырды. Резидент математик Джон Шелл [37] кейінірек қызыл және инфрақызыл сәулелердің айырмашылығының сомасын олардың салдарын реттеуге немесе «қалыпқа келтіруге» арналған құралды ұсынды. Бастапқыда олар бұл коэффициентті «Өсімдіктер индексі» деп атады. Кейіннен нормаланған есімдіктер индексі ретінде атай бастады. NDVI-тің ең алғашқы ресми мәлімдемесі 1973 жылы Д.У. Роз [38] және т.б. жасады. NDVI-дың қолданылуын сипаттайтын ғылыми журналдардың бірнеше мақаласына жауапты адам NASA-ның Goddard Space Flight Center-дағы Комптон Такер [39] болды. Осылайша, NDVI есімдік аймақтарын және олардың «жай-күйін» оңай және тез анықтауға тырысқан кептеген әрекеттердің ең сәтті еңбектерінің бірі болып табылады және қашықтықтан зондылау мультиспектральды деректерінде жасыл есімдіктерді табу үшін ең танымал және пайдаланылатын индекс болып қала береді. Өсімдіктерді анықтаудың мүмкіндіктері керсетілсе, пайдаланушылар NDVI-ды есімдіктердің фотосинтетикалық қабілетін сандық бағалауға қолданады.

NDVI керсеткіші [40] келесі формула бойынша есептеледі:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

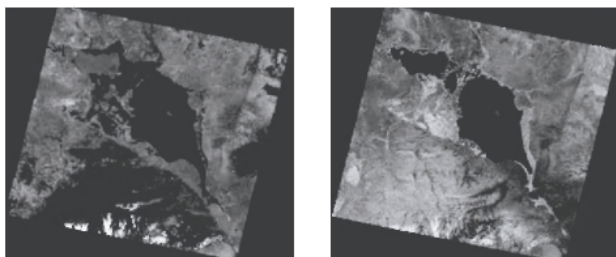
мұндағы, NIR - спектрдің жақын инфрақызыл аймағындағы керініс.

RED - спектрдің қызыл аймағындағы керініс. Осы формулаға сәйкес қызыл және инфрақызыл диапазонындағы жарық қарқындылығының айырмасының олардың қосындысына белгенге тең болатын қалыпты есімдік жамылғысының индексі (NDVI) анықталады.

NDVI есептеуі тамырлы есімдіктердің спектральді шағылысқан мәні ең тұрақты екені (басқа әсерлерден тәуелсіз) анықталған. Спектрдің қызыл диапазонында (0.6-0.7 мкм) терең тамырлы есімдіктердің хлорофилі күн радиациясын максималды жұтуы және инфрақызыл аймақта (0.7-1.0 мкм) жапырағының жасушалық құрылымдарының максималды керінісі болып табылады. Яғни, жоғары фотосинтетикалық белсенділік (әдетте, тығыз есімдіктермен байланысты) спектрдің қызыл аймағында және одан да кеп инфрақызыл түрлерде аз керінеді. Бұл керсеткіштердің өзара байланысы басқа табиғи нысандардан бөліп, талдауға мүмкіндік береді [41].

NDVI есептеу үшін Landsat 7 ғарыштық суреттерін пайдалана отырып, олардың 4 және 3 арналары қолданылады

(сурет 4). Қолданылған арналардың суреттерінің комбинациясы (кесте 3):



Сурет 4 – Зерттеу аумағының Landsat 7 ғарыштық суретінің 4. 3 каналдары. (2018 ж. 14 тамыз АҚШ Геологиялық қызметі)

**Кесте 3 – NDVI есептеуге қолданылған каналдар комбинациясы**

ETM+ Landsat7	3 (0.63-0.69 мкм). 4 (0.75-0.90 мкм)
---------------	--------------------------------------

NDVI индексін градиенттік немесе дискреттік шкаланың 0-255 аралығындағы немесе -1 мен 1 аралығындағы диапазонда көрсетпеді. Тек өсімдік жамылғысының мәні ғана емес басқа да табиғат нысандары анықталады және олар төменде көрсетілген (4-кесте).

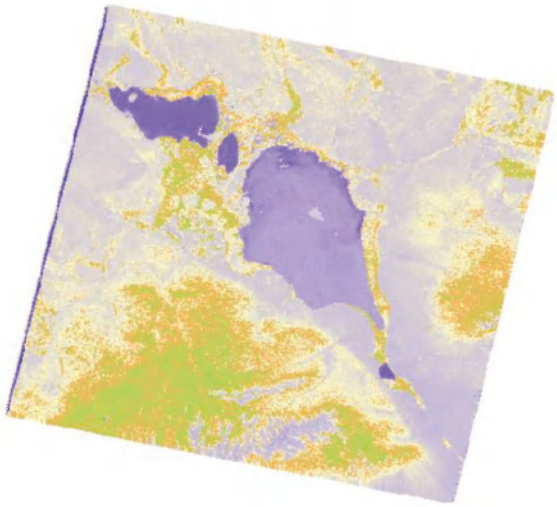
**Кесте 4 – NDVI көрсеткіштерімен анықталатын табиғи нысандар [42]**

Нысан	Қызыл спектрдегі керінісі	Инфрақызыл спектрдегі керінісі	NDVI мәні
Тығыз өсімдік жамылғысы	0.1	0.5	0.7
Сирек өсімдік жамылғысы	0.1	0.3	0.5
Ашық топырақ	0.25	0.3	0.025
Бұлт	0.25	0.25	0
Қар және мұз	0.375	0.35	-0.05
Су	0.02	0.01	-0.25
Жасанды материалдар	0.3	0.1	-0.5

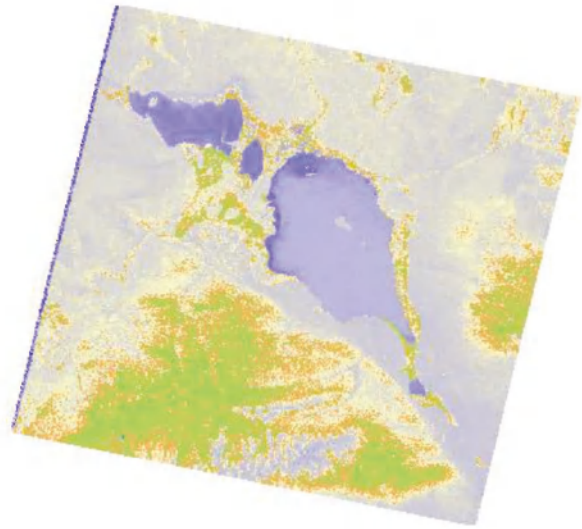
Бұл параметрлер мен NDVI арасындағы қарым-қатынас, климаттық, экологиялық және аймақтық ерекшеліктерге байланысты, сонымен қатар параметрдің уақыттық байланысын және NDVI реакциясын ескеру қажет [43]. Алакөл алабының өсімдік жамылғысын зерттеу үшін 2010 және 2018 жылғы тамыз айындағы ғарыштық суреттер қолданылды. 5-суретте 2010 жылғы және 2018 жылғы тамыз айындағы ғарыштық сурет бойынша NDVI көрсеткіші анықталды.

Соған байланысты 2010 жылғы және 2018 жылғы





Су нысандары және өсімдік жамылғысы сирек аймақтар  
Өсімдік жамылғысы сирек аймақтар  
Өсімдік жамылғы орташа аймақтар  
Өсімдік жамылғысы тығыз аймақтар



Су нысандары және өсімдік жамылғысы сирек аймақтар  
Өсімдік жамылғысы сирек аймақтар  
Өсімдік жамылғы орташа аймақтар  
Өсімдік жамылғысы тығыз аймақтар

2010 жылғы тамыз айы

2018 жылғы тамыз айы

Сурет 5 - Алакел алабының NDVI индексі

анықталған NDVI индексі бойынша есімдік жамылғысы ауданының өзгеру динамикасы 6-суретте көрсетілген.



Сурет 6 – Өсімдік жамылғысының өзгеру динамикасының көрсеткіші

Анықталған зерттеу нәтижесіне сәйкес өсімдік жамылғысының өзгерісі: 2010 жылмен салыстырғанда тығыз орналасқан өсімдік жамылғысының ауданы 372.8502 км<sup>2</sup> ұлғайған және ол оңтүстік-батыстағы аймақтарға сәйкес келеді. Сонымен қатар 1176.2226 км<sup>2</sup>-ге өсімдік жамылғысы өте сирек орналасқан аймақтардың да ауданы ұлғайған. Мұндай өзгерістің негізгі себебі өсімдік жамылғысы сирек аймағының ауданы 382.6359 км<sup>2</sup>-ге және орташа аймағының ауданы 541.6506 км<sup>2</sup>-ге азайып, өсімдік жамылғысы өте сирек аймақтарға айналғандығын көрсетеді және бұл Шығыс Қазақстандағы аумағымен сәйкес келеді. Аймақтың климаттық көрсеткіштері өсімдік жамылғысында міндетті түрде есепке алынады. Сондықтан Алакөл алабының ауа райының температурасы мен жауын-шашынның түсуі туралы мәліметтер (2010 және 2018жж.) анықталып, сол бойынша карталар құрастырылды (7-8 суреттер) [44].

**Кесте 5 - Үржар мен Алакөл аудандарындағы метеорологиялық станциялардан алынған ауа температурасының мәліметтері (°C) (<https://rp5.ru/> сайтының мәліметтері бойынша)**

а) 2010 жыл

Метеостанция	Айлар												Орташа жылдық температура	Жаз айындағы орташа температура
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Үшарал	-9.4	-14.9	-3.6	8.6	15.5	22.1	23.7	21.4	16.2	9.2	2.2	-8.2	6.9	22.4
Ұзын-бұлақ	-13.4	-14.8	-3.8	7.2	14.3	21.9	24.5	22.4	17.9	10.9	4.7		8.3	22.9
Лепсі	-10.5	-14	-6.1	4.5	10.8	16.7	17.7	16.3	11.2	5.3	-3.4	-13.6	2.9	16.9
Сарқан	-12.9	-10.2	0.2	10.1	14.6	20.7	22.2	20.8	15.6	9.3	3.9		8.6	21.23
Үржар	-12.2	-17.8	-6.5	5.2	14.1	20.8	22.2	20.5	14.5	7.7	0.2	-12.9	4.65	21.17
Бақты	-14	-15.2	-4.5	8.9	15	21.1	23.1	21.2	16.2	9.9	2.2		7.6	21.8
Жұзағаш	-17.1	-17.8	-4.8	7.9	15.6	22.6	23.2	22.5	16.1	8.5	2.1		7.2	22.77

59

б) 2018 жыл

Метеоста- ция	Айлар												Орташа жылдық темпе- ратура	Жаз ай- ындағы орташа темпера- тура
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Үшарал	-17.3	-7.8	5.4	10.8	14.8	23.3	23.8	23.5	15.7	9.3	-3.4	-8.8	7.44	23.53
Ұзынбұлақ	-16.7	-8.5	4.7	9.6	14.3	22.8	24.3	24.1	16.6	10.2	-1.7	-8.4	7.61	23.73
Лепсі	-21.8	-11.3	1	7.1	9.9	16.4	16.8	16.7	9.5	3.9	-8.1	-14.9	2.10	16.63
Сарқан	-14.6	-5.6	5.9	10.4	14.1	21.8	22.5	22.3	14.6	8.6	-3.7	-7.7	7.38	22.2
Үржар	-22.1	-10.8	2.4	9.1	12.7	21.5	22.6	21.7	13.5	7.1	-7.6	-16.3	4.48	21.93
Бақты	-18	-6.7	5.8	10.2	14.1	22.7	23.6	22.5	15	8.6	-5	-11	6.82	22.93
Жұзағаш	-17.8	-8.1	3.3	9.4	14	23.3	24	22.9	14.8	7.9	-5.5	-12.1	6.34	23.4

Сонымен қатар орташа жылдық және жаз айларындағы жауын-шашын картасы төмендегі кестедегі (кесте б) көрсетілген мәліметтер негізінде құрастырылды (9, 10-суреттер).

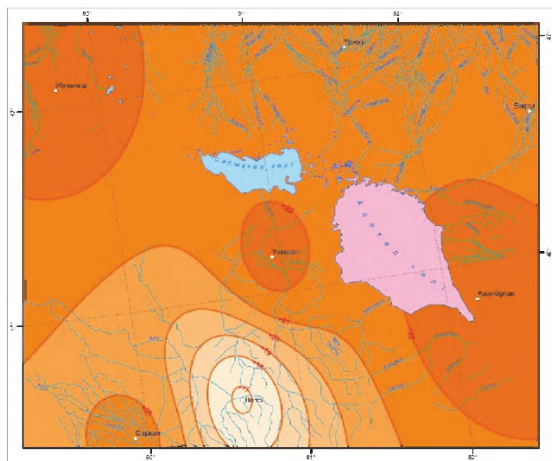
**Кесте 6 - Алакөл және Үржар аудандарында орналасқан метеостанциялардан алынған жауын-шашын мәліметтері (мм)**

**а) 2010 жыл**

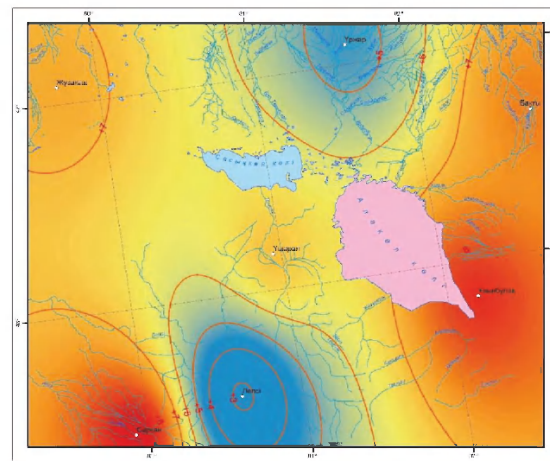
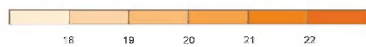
Метеоста- ция	Айлар												Орташа жылдық жа- уын-шашын	Жаз ай- ындағы орташа жа- уын-шашын
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Үшарал	106	61	59	35	38	11	15	15	0	17	31	93	40.1	13.7
Ұзын- бұлақ	13	46	45	26	17	14	29	8.9	0.8	33	5.7		21.7	17.3
Лепсі	155	90	162	56	73	69	60	73	6	81	59	108	82.7	67.3
Сарқан	12	56	118	27	46	81	29	35	4.2	59	36		45.7	48.3
Үржар	134	62	106	26	68	14	16	57	11	15	48	89	53.8	29
Бақты	8.5	30	56	34	32	12	12	20	6	23	51		25.9	14.7
Жұзағаш	0.5	8.4	12	25	10	7.2	26	37	1.7	0.3	21		13.6	23.4

**б) 2018 жыл**

Метеоста- ция	Айлар												Орташа жылдық жа- уын-шашын	Жаз ай- ындағы орташа жа- уын-шашын
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Үшарал	18	16	41	38	29	17	27	21	8.2	19	62	24	26.68	21.7
Ұзынбұлақ	25	3	37	18	20	14	20	21	3.5	10	23	20	17.88	18.33
Лепсі	31	26	133	75	100	37	155	57	38	51	87	49	69.92	83
Сарқан	25	19	87	55	61	31	29	44	29	32	153	38	50.25	34.7
Үржар	4.7	18	79	54	33	10	14	30	32	40	146	41	41.81	18
Бақты	6.5	7.9	37	47	13	9	18	17	29	26	78	30	26.53	14.7
Жұзағаш	1.7	11	19	17	9.2	26	11	13	7.5	23	58	18	17.87	16.7



2010 жылғы жаз айларындағы орташа температура (градус Цельсий)

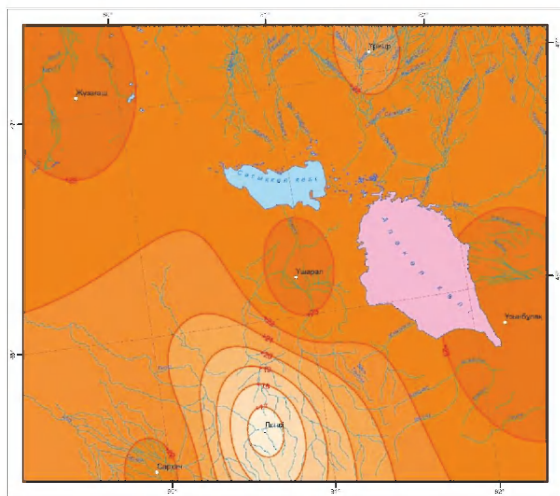


2010 жылғы жылдық орташа температура (градус Цельсий)

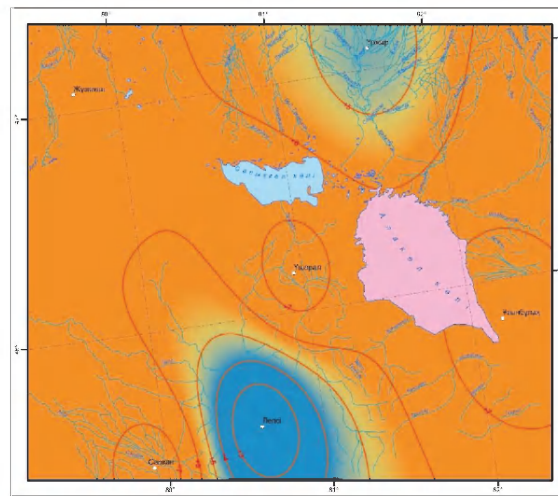


Сурет 7 – 2010 жылғы жаз айындағы және жылдық орташа температура  
(<https://rp5.ru/> сайтының мәліметтері бойынша)





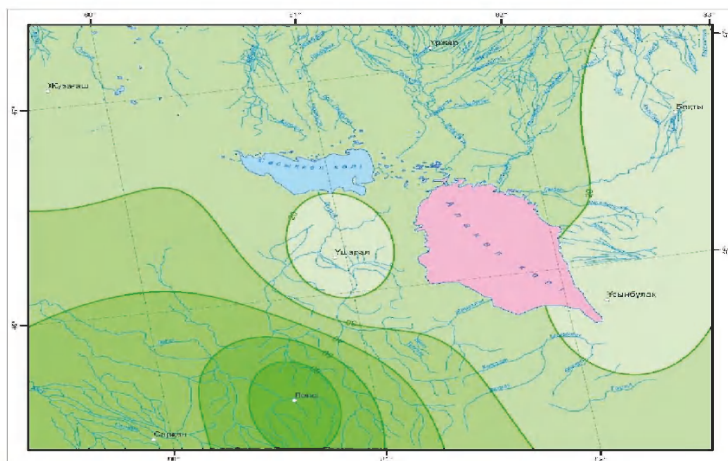
2018 жылғы жаз айларындағы орташа температура (градус Цельсий)



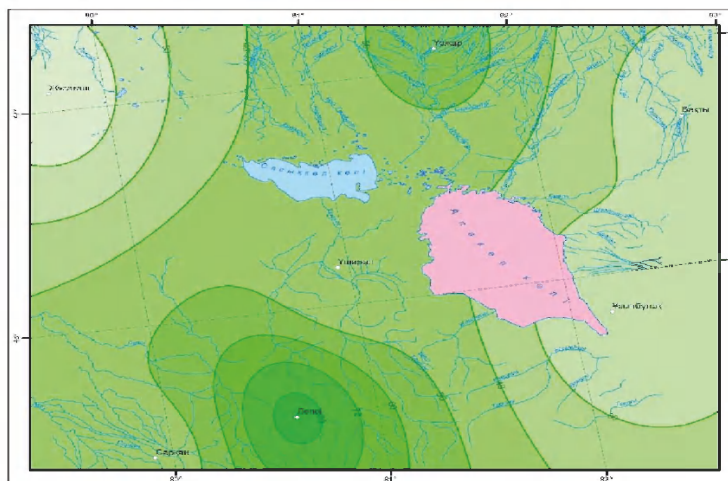
2015 жылғы жылдық орташа температура (градус Цельсий)



Сурет 8 – 2018 жылғы жаз айындағы және жылдық орташа температура  
(<https://rp5.ru/> сайтының мәліметтері бойынша)



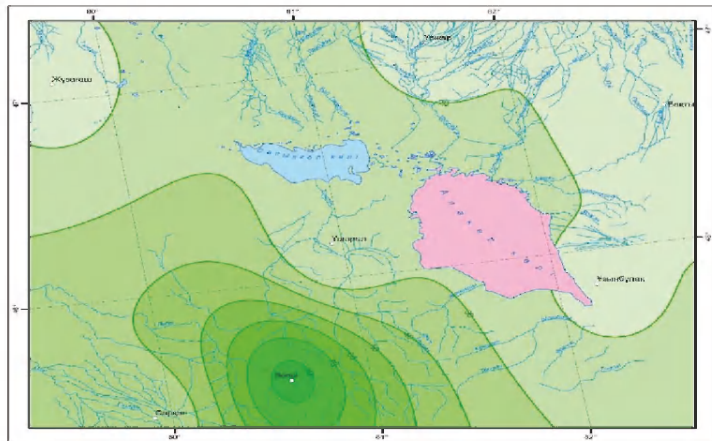
2010 жылғы жаз айлары-дарың орташа жауын-шашын мөлшері ( мм )



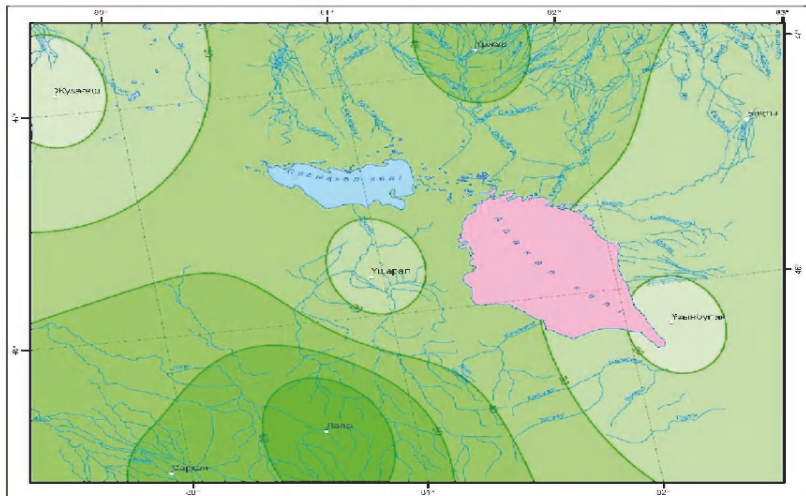
2010 жылғы жылдық орташа жауын-шашын мөлшері ( мм )



Сурет 9 – 2010 жылғы жаз айындағы және жылдық орташа жауын-шашын (<https://rp5.ru/> сайтының мәліметтері бойынша)



2018 жылғы жаз айларындағы орташа жауын-шашын мөлшері ( мм )



2018 жылғы жылдық орташа жауын-шашын мөлшері ( мм )



Сурет 10 – 2018 жылғы жаз айындағы және жылдық орташа жауын-шашын (<https://rp5.ru/> сайтының мәліметтері бойынша)

**Зерттеу нәтижелерін талқылау.** «Қазғидромет»-тің мәліметтеріне сәйкес, Қазақстан аумағында 1976-2018 жж. кезеңі үшін ауа температурасының орташа жылдық өсуі әр 10 жыл сайын  $0.31^{\circ}\text{C}$  құрады. 1976-2018 жж. кезеңінде Қазақстан бойынша орташа жауын-шашын мелшерінің  $1.3-3.8$  мм/10 жыл сайын есу құбылысы байқалған. Сонымен қатар Қазақстан территориясында вегетация кезеңінің ( $5^{\circ}\text{C}$  және  $10^{\circ}\text{C}$ -тан жоғары температуралар) ұзақтығы есуде. Ауаның орташа тәуліктік температурасы  $10^{\circ}\text{C}$ -тан жоғары немесе оған тең болған күндер (вегетация кезеңі) 2018 жылы Қазақстан территориясында 3-5 күн/10 жылға кебейді. Алакел келі алабында 2018 жылы  $25^{\circ}\text{C}$  температурадан жоғары болатын ыстық ауа-райы 122 күннен астам қайталанды. 2018 жылы вегетация кезеңінің ұзақтығы (орташа тәуліктік  $T > 5^{\circ}\text{C}$  болатын алғашқы күн және  $< 5^{\circ}\text{C}$  болатын соңғы күн арасындағы кезең) Алакел келі алабының Шығыс Қазақстан облысының аумағында 204 күнді және Алматы облысы аумағында 227 күнді және белсенді вегетация кезеңі ( $T 10^{\circ}\text{C}$ -тан жоғары) 162 және 192 күн аралығын құрады.

1976-2018 жылдар аралығындағы Қазақстан бойынша жауын-шашынның жылдық мелшері  $5.5$  мм/10 жылға есуі байқалды. Қазақстандағы 2018 жылы жауын-шашынның орташа жылдық мелшері  $323.2$  мм құрады. 2018 жылы жауын-шашын мелшері  $1$  мм-ге тең немесе одан кеп болған кездегі жаңбырлы кезеңнің максималды ұзақтығы Алакел алабының Шығыс Қазақстан облысы аймағында 5 күнді, Алматы облысының таулы аймағында 7 күнді құрады. 2018 жылы Қазақстандағы жаз мезгілі құрғақ болған аймақтардың қатарында Шығыс Қазақстан облысы да бар [45]. Зерттеу аймағындағы ауа-райының мәліметтеріне сәйкес, ауа температурасы жылдық және жаз айындағы орташа мәні 2018 жылы 2010 жылмен қарағанда жоғары, ал жылдық және жаз айындағы жауын-шашынның орташа керсеткіші 2010 жылға қарағанда Алматы облысының территориясында жоғары, ал Шығыс Қазақстанда төмен. Осыған сәйкес, 2010 жылғы және 2018 жылғы NDVI арқылы анықталғандай, есімдік жамылғысының өзгеру динамикасының керсеткіштері бойынша сирек және орташа есімдік жамылғысы ете сирек есімдік жамылғысына өзгерген кел алабының Шығыс Қазақстан облысы аумағында 2018 жылы жаздағы жауын-шашын керсеткіші жалпы Қазақстан бойынша құрғақ облыстардың бірі болған және осы себеппен байланыстырылды. Ал Алматы облысындағы таулы аудандар тығыз орналасқан есімдік жамылғысы артқан белігіне сәйкес келеді. Себебі, мұндағы 2018 жылы 2010 жылмен қарағанда ауа-райы қолайлы болуы ете тығыз есімдік жамылғысының артуына әсер етті.

**Қорытынды.** Өсімдік жамылғысының өзгерісін зерттеуде қашықтықтан зондылау деректерін пайдалану аса маңызға ие болып саналады. Қорытындылай келгенде, Landsat TM/ETM-нен алынған NDVI негізінде Алакел алабының өсімдік жамылғысының өзгеру динамикасы талданды. Алакел алабының 2010 жылғы және 2018 жылғы ғарыштық суреттері бойынша жасалған талдау мен метеостанциялардан алынған ауа-райының көрсеткіштеріне сәйкес, өсімдік жамылғысы ауданының өзгерісі болғандығы байқалды. Талдау нәтижесіне сәйкес, 2010 жылмен салыстырғанда тығыз орналасқан өсімдік жамылғысының ауданы шамамен 372,85 км<sup>2</sup> және 1176,22 км<sup>2</sup> өсімдік жамылғысы өте сирек орналасқан аймақтардың да ауданының артқаны анықталды. Мұндай өзгерістің негізгі себебі өсімдік жамылғысының сирек және орташа аймағының ауданының азайып, өсімдік жамылғысы өте сирек аймақтарға айналғандығын көрсетті. Жауын-шашын салыстырмалы түрде көп түскен және қолайлы ауа температурасының әсерінен аймақтарда тығыз орналасқан өсімдіктердің ауданы артқан. Жерді қашықтықтан зондылаудың ұзақ уақыт кезеңіндегі ғарыштық мәліметтері мен аймақтағы метеорологиялық бақылау бекеттерінен алынған ақпараттар негізінде 2010 жыл мен 2018 жылдағы өсімдік жамылғысы анықталып, өзгеру динамикасы талданды.

### Әдебиеттер

- 1 Экспедиции фон Шренка: А.Лухтанов [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://silkad.com> (23.06.2019)
- 2 Вечные следы: С.Н.Марков. [Электронный ресурс] / Навстречу Джунгарскому ветру. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://history.wikireading.ru>
- 3 Студенческая библиотека онлайн [Электронный ресурс] / Алакольский заповедник. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://studbooks.net> (23.06.2019)
- 4 «Silk Road Adventures» [Электронный ресурс] / История Алакольского заповедника. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://silkad.com> (23.06.2019)
- 5 Терлецкий Б.К. Балхаш Алакульская впадина [Текст]. – М.: Геол. изд-во. 1931. – 89 с.
- 6 Сваричевская З.А. Геоморфология Казахстана и Средней Азии [Текст]. — Л.: Изд-во ЛГУ. 1965.— 296 с.
- 7 Гидрогеологическое районирование и региональная оценка ресурсов подземных вод Казахстана [Текст] : [Сборник статей] / Акад. наук КазССР. Ин-т геол. наук им. акад. К. И. Сатпаева. Гос. производ. геол. ком. КазССР. Казах. гидрогеол. трест ; [Отв. ред. акад. У. М. Ахмедсафин]. – Алма-Ата : Наука. 1964. – 307 с.



- 8 Алакольская впадина и ее озера [Текст]. – Алма-Ата : Наука. 1965. – 310 с.
- 9 *Сыдыков Ж.С., Шлыгина В.Ф.* Подземные воды Казахстана (Структурно-гидрогеологическая основа и систематика) [Текст].–Алматы: «Гылым». 1998.– 346 с.
- 10 *Бувалкин А.К.* Юрские отложения Восточного Казахстана [Текст]. – Алма-Ата: изд. «Наука» Казахской ССР. 1978. – 19-140 с.
- 11 *Бувалкин А.К., Жаймин М.И., Котова Л.И.* Стратиграфия юрских отложений Восточного Казахстана [Текст]. – Алма-Ата: Гылым. 1991. – 176 с.
- 12 *Актымбаева А.С.* Гидроэкология Алакольской группы озер // Гидрометеорология и экология. – 2006. – № 2. – С. 161-167.
- 13 *Жексембаев Е.Ш.* Минеральные воды Алакольской впадины Условия формирования и перспективы освоения: дис. /Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева. – Алматы. 2018. – 121 с.
- 14 *N. Clerici, M. L. Paracchini, and J. Maes.* Land-cover change dynamics and insights into ecosystem services in European stream riparian zones. // *Ecohydrology & Hydrobiology.* – 2014. – №14 (2). – 107-120 pp.
- 15 *W. Wahyunto, W. Supriatna, and F. Agus.* Land use change and recommendation for sustainable development of peatland for agriculture: case study at Kubu Raya and Pontianak Districts. West Kalimantan. // *Indonesian Journal of Agricultural Science.* – 2010. – №11 (1). – 32 p.
- 16 *C. Xiuwan.* Using remote sensing and GIS to analyse land cover change and its impacts on regional sustainable development. // *International Journal of Remote Sensing.* – 2002. – №23 (1). – 107-124 pp.
- 17 *C. Prakasam.* Land use and land cover change detection through remote sensing approach: a case study of kodaikanal taluk. tamil nadu. // *International Journal of Geomatics & Geosciences.* – 2010. – №1. – 150-158 pp.
- 18 *Y. Setiawan, E. Rustiadi, K. Yoshino, Liyantono, and H. Effendi.* Assessing the seasonal dynamics of the Java's paddy field using MODIS Satellite Images. // *ISPRS International Journal of Geo-Information.* – 2014. – №3 (1). – 110-129 pp.
- 19 *A. Reyes, M. Solla, and H. Lorenzo.* Comparison of different object-based classifications in LandsatTM images for the analysis of heterogeneous landscapes. *J Measurement.* – 2017. – №97. – 29-37 pp.
- 20 *Global Land Cover 2000 (GLC2000).* [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.gvm.jrc.it/glc2000>
- 21 *C.O. Justice, J.R.G. Townshend, E.F. Vermote, E. Masuoka, R.E. Wolfe, N. Saleous, D.P. Roy, J.T. Morisette.* An overview of MODIS Land data processing and product status. // *J Remote Sensing of Environment.* – 2002. – №83. – 3-15 pp.
- 22 *Lathrop RG, Montesano P, Haag S.* A multi-scale segmentation approach to mapping seagrass habitats using airborne digital camera imagery. // *Photogramm Eng Remote Sens.* – 2006. – №72. – 665-675 pp.
- 23 *Wolter PT, Johnston CA, Niemi G.* Mapping submergent aquatic vegetation in the US Great Lakes using Quickbird satellite data. // *Int J Remote Sens.* – 2005.



– №26. – 5255-5274 pp.

24 *Langley SK, Cheshire HM, Humes KS.* A comparison of single date and multitemporal satellite image classifications in a semi-arid grassland. *J Arid Environ.* – 2001. – №49. – 401-411 pp.

25 Жетісу энциклопедия [Мәтін]. – Алматы: “Арыс” баспасы. 2004.– 709 б.

26 *Озенда П.* Экологическое картографирование // *Картография.* Вып.2. Использование карт в практических целях в зарубежной картографии. Москва.: Прогресс. 1983. – 216 с.

27 *Торбенко А.Б.* Экологическое картографирование [Текст]. – Витебск : ВГУ имени П.М.Машерова. 2015. – 51 с.

28 Комплексное экологическое картографирование. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://estnauki.ru/geo/103/7854-kompleksnoe-jekologicheskoe-kartografirovanie>.

29 *Кешім Ә.Ф.* Географиялық картографиялау: табиғат карталары [Мәтін] : оқу құралы. – Алматы: Қазақ университеті. 2014. – 108 б.

30 *Таныбаева А.Қ.* Экологиялық мониторинг [Мәтін]: оқу құралы. – Алматы: Қазақ университеті. 2016. – 290 б.

31 *Веденин Ю.А., Мирошниченко Н.Н.* Оценка природных условий для организации отдыха. // *Известия АН СССР.* . – 1969. – № 4. – С. 41-50.

32 *А. В. Дроздов.* Оценка воздействия на окружающую среду и российская общественность: 1979-2002 годы. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.litres.ru/kollektiv-avtorov/ocenka-vozdeystviya-na-okruzhnaya-sredu-i-rossiyskaya/>

33 U.S. Department of the Interior | U.S. Geological Survey [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://landsat.usgs.gov> (11.12.2018 г.)

34 U.S.Department of the Interior [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://earthexplorer.usgs.gov> (11.12.2018 г.)

35 Черные полосы в снимках Landsat 7 +ETM [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://mapgroup.com.ua> (11.12.2018 г.)

36 *Костикова А.* Интерпретация комбинаций каналов данных Landsat TM / ETM+ [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://gis-lab.info> (11.12.2018 г.)

37 *J. W. Rouse, Jr., R. H. Haas, J. A. Well and D. W. Deering.* Monitoring vegetation systems in the great plains with erts [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19740022614.pdf>

38 *Rouse, J.W., Jr., R.H. Haas, J.A. Schell, and D.W. Deering.* Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation // *Prog. Rep. RSC 1978-1.* – 1973. – №73-1066393. – 93 p.

39 *Tucker. C.J.* Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation // *Remote Sensing of Environment.* – 1979. – №8. – 127-150 p.

40 The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) History [Электронный

ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://maxmax.com> (11 12 2018 г.)

41 “Measuring Vegetation”. NASA Earth Observatory [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation> (11 12 2018 г.)

42 *Holben B.N.* Characteristics of maximum-value composite images from temporal AVHRR data // *Int.J. Remote Sens.* – 1986. – №7. – 1417–1434 p.

43 *Дубинин. М.* NDVI - теория и практика [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/ndvi.html> (11 12 2018 г.)

44 Расписание погоды [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://rp5.ru> (11 12 2018 г.)

45 Қазақстан климатының өзгеру мониторингiсiнiң жыл сайынғы бюллетенi: 2018 жыл [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.kazhydromet.kz/kk/p/monitoring-klimata-kazahstana>