

*T.İ.Süleymanov, N.İ.Kərimov* (Milli Aerokosmik Agentliyi),  
*E.F.Fətiyeva* (MAKA-nın Elmi-Tədqiqat Aerokosmik İnformatika İnstitutu)

### LANDSAT KOSMİK TƏSVİRLƏRİ ƏSASINDA QUBADLI RAYONUNUN LANDŞAFT ELEMENTLƏRİNİN DİNAMİKASININ GEOİNFORMASİON QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

1988-1993-cü illər ərzində Ermənistanın hərbi təcavüzü nəticəsində Azərbaycanın təbiətinə, bioloji müxtəlifliyinə, bütövlükdə regionun ekoloji durumuna ciddi ziyan dəymiş, ətraf mühitin deqradasiyası ilə nəticələnən fəsadlar yaranmışdır.

İşğal dövründə ümumilikdə 261 min hektar meşə, o cümlədən 13 min 197 hektar qiymətli meşə sahələri, 215 ədəd təbiət abidəsi, 5 ədəd geoloji-paleontoloji obyekt, hündürlüyü 45 metr, diametri 6-8 metrədək, yaşı 120 ildən 2000 ilədək olan pasportlaşdırılmış 145 şərq çınarı və digər təbiət abidələri talan olunmuş, əksəriyyəti məhv edilmişdir [1,2].

Təmas xəttində yerləşən Ağdam, Füzuli, Cəbrayıl, Tərtər və Xocavənd rayonlarının əraziləri erməni işğalçıları tərəfindən düşünülmüş şəkildə od vurularaq yandırılmış, nəticədə 110 min hektardan çox münbit torpaqlar məhv edilmişdir [2].

Bunlar nəzərə alınmaqla aerokosmik, videospektral və istilik infraqırmızı təsvirlər, radiometrik verilənlər əsasında Azərbaycan Respublikası ərazisində Ermənistan silahlı qüvvələrinin işğalı nəticəsində yaranmış itki və tələfatların qiymətləndirilməsi aktual məsələlərdən biri kimi qarşıya çıxmışdır.

Tədqiqat ərazisi kimi götürülmüş Qubadlı rayonunun coğrafi koordinatları (WGS 84) 39°15'53" şimal enlikləri və 46°31'53" şərq uzunluqları aralığında sahəni əhatə edir.

Ərazinin öyrənilməsi məqsədi ilə ilk növbədə müxtəlif tədqiqat obyektlərinin (hidroqrafik elementlər, bitki örtüyü, torpaq və s.) əks olunduğu spektral diapazonlarda hər bir komponent üçün vegetasiya indeksləri hesablanmış, həmin indekslərə uyğun gələn ərazilərin (arealların) təyini məsələsinə baxılmışdır. Bunun üçün əvvəlcə tədqiqat ərazisində buludluluğun aşağı olduğu aylarda, aydın hava şəraitində əldə olunmuş Landsat-8 peyk təsvirlərindən istifadə edilmişdir. Təsvirlər GeoTiff formatında, 16 bit radiometrik ayırdetmə ilə təqdim edilmişdir. OLI (Operational Land Imager) skaneri və TIRS (Thermal Infrared Sensor) infraqırmızı sensoru ilə alınmış Landsat-8 təsvirləri 1-7 və 9-cu diapazonlarda 30 metr, 8-ci diapazonda isə 15 metr məkan ayırdetməsi (panxromatik) ilə təqdim olunmuşdur. Bundan əlavə həmin çəkiliş sistemi 100 metr məkan ayırdetməli iki termal diapazona malikdir (cədv.1) [3].

Landsat – 8 peykinin orbital xarakteristikaları aşağıdakı kimidir:

- orbitin növü - dairəvi, günəş-sinxron;
- orbitin hündürlüyü - 705 km;
- meyletməsi - 98,2 dərəcə;
- dövr müddəti - 98,9 dəq;
- təkrar çəkiliş periodu - 16 gün

Emal prosedurlarını həyata keçirmək üçün yarpaq hüceyrələrinin infraqırmızı (İQ) diapazonda Günəş radiasiyasını səpələməsi, həmçinin 700 nm-dən böyük dalğa uzunluğuna uyğun enerji səviyyəsində fotonun (ışıq kvantu) üzvi molekulu sintez edə

bilməməsi nəzərə alınmışdır. Belə ki, bu dalğa uzunluğunda güclü enerjinin udulması bitki toxumalarının zədələnməsinə gətirib çıxara bilər [4]. Beləliklə, yaşıl bitki kütləsinin fotosintetik aktiv radiasiyada qara, yaxıninfraqırmızı (YİQ) diapazonda parlaq, əksinə bulud və qarın qırmızı dalğa uzunluğunda olduqca parlaq, YİQ diapazonunda isə tamamilə qara göründüyü nəzərə alınmışdır.

Cədvəl 1. Landsat – 8 peykinin əsas xarakteristikaları

Kanalın №-si	Spektral diapazon, mkm	Məkan ayırdetməsi, m	Dinamik diapazon, bit/piksel	Müşahidə zolağının eni, km
1	0,43 – 0,45	30	12	185
2	0,45 – 0,51			
3	0,53 – 0,59			
4	0,64 – 0,67			
5	0,85 – 0,88			
6	1,57 – 1,65			
7	2,11 – 2,29			
8	0,50 – 0,68 (PAN)	15		
9	1,36 – 1,38	30		
10	10,6 – 11,19	100		
11	11,5 – 12,51			

Bitki yarpaqlarının yaşıl pigmentinin (xlorofil) fotosintez prosesində 400-700 nm uzunluqlu işıq dalğalarını (görünən işıq) udması, digər tərəfdən yarpaq hüceyrələrinin dalğa uzunluğu 700-1100 nm olan işığı əks etdirməsi əsas fakt kimi götürülmüşdür. Bununla da NASA-nın ERTS, NOAA-nın AVHRR kimi müşahidə sistemlərinin YİQ və görünən diapazonda əldə etdiyi məlumatlar əsasında bitkilərin məkanca paylanmasının qiymətləndirilməsi, kollar, otluqlar, meşə, su obyektləri və s. kimi kateqoriyaların təsnifatının aparılması praktikasını əsas götürülmüşdür [5,6].

Beləliklə, landşaft strukturunun qiymətləndirilməsi və təsnifatı üçün normalaşdırılmış diferensial vegetasiya indeksinin (NDVI) aşağıdakı məlum ifadəsindən istifadə olunmuşdur:

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

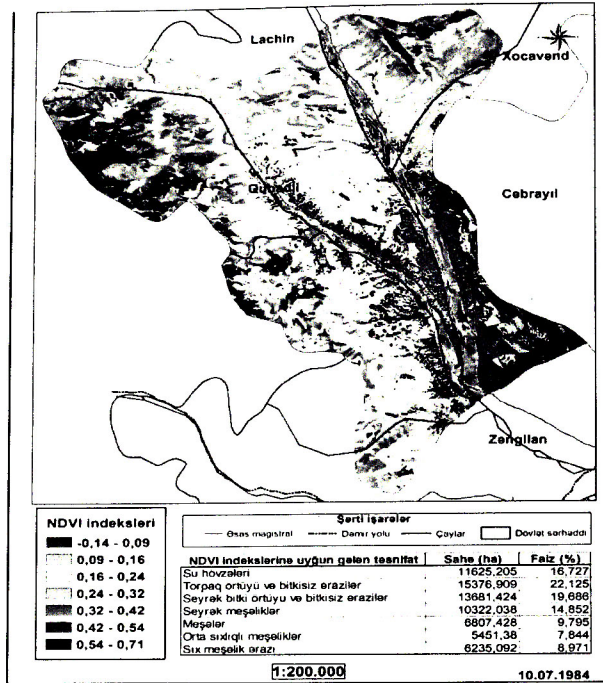
Burada, NIR – yaxın infraqırmızı, RED isə qırmızı diapazonda əldə olunmuş verilənlərdir.

Bu halda NDVI-nin qiymətinin -1÷0 intervalında su, qar və buz örtüyünə, 0÷0,2 intervalında çılpaq qayalıqlara, qumluqlara və açıq səthli torpaqlara, 0,2÷0,5 intervalında seyrek bitki örtüyünə malik olan otlara və kollarla, 0,6÷0,9 intervalında isə sıx meşə-bitki örtüyünə uyğun gələn nəzərə alınmışdır [6,7].

Bununla da ArcGIS 10.5 program təminatından istifadə etməklə əldə edilmiş kosmik təsvirlər əsasında Qubadlı rayonu ərazisi üzrə NDVI indeksləri hesablanmışdır. İstifadəmizdə olan kosmik təsvirlər müxtəlif illəri (10.07.1984; 18.05.1988; 09.06.1990;



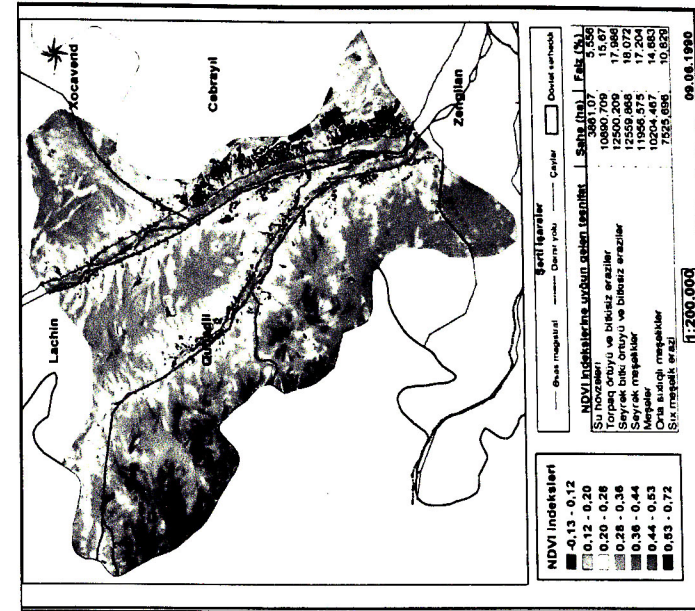
19.07.1993; 14.07.2000; 11.08.2010; 26.05.2020) əhatə etdiyindən NDVI indekslərinin hesablanmış qiymətləri əsasında tədqiqat ərazisi üzrə işğal dövründə baş vermiş dəyişiklikləri kəmiyyətcə qiymətləndirmək mümkün olmuş, müəyyən intervallara uyğun obyektlərin tipləri müəyyənləşdirilmiş, təsnifatlaşdırma aparılmış, sahələr hesablanmış və 1:200 000 miqyaslı xəritələr tərtib olunmuşdur (şək.1, şək.2, şək.3, şək.4, şək.5, şək.6, şək.7).



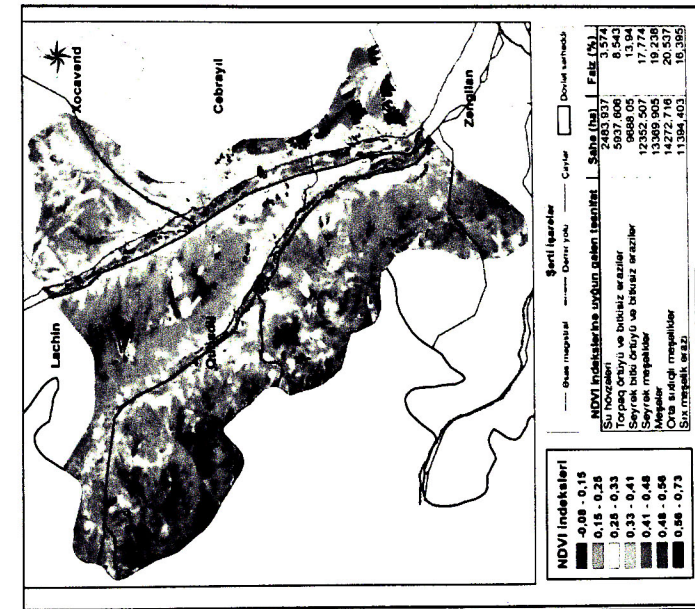
Şək.1. Qubadlı rayonunun 10.07.1984 – cü il üçün “Landsat 7” peyk məlumatları əsasında yaradılmış NDVI xəritəsi və obyektlərin həndəsi göstəriciləri

Hidroqrafik elementlər üçün NDVI indeksinin mənfi qiymətlər aldığı əsas götürülməklə Qubadlı rayonu ərazisində işğaldan əvvəlki (9 il) və sonrakı (27 il) dövrdə yaşıllıq ərazilərinin dinamikası öyrənilmiş və xəritələşdirilmişdir. Bununla da 1984-2020-ci illəri əhatə edən dövrdə hər bir il üçün NDVI indekslərinin hesablanması geostruktur elementlərinin dinamikasında baş vermiş dəyişiklikləri qiymətləndirməyə imkan vermiş, alınmış nəticələr cədvəl 2-də göstərilmişdir. Aparılmış tədqiqatlar öyrənilən ərazinin müxtəlif illərdə çəkilmiş Landsat 8 peyk təsvirlərinə əsaslanır. Göstərilmişdir ki, CIS – dən, məsafədən zondlama üsullarından və Arcgis 10.5 proqram təminatından istifadə etməklə vegetasiya indekslərini hesablamaq olar.

Tədqiqat zamanı hər bir il üçün NDVI indeksləri müəyyənləşdirilmiş və xəritələşdirilmişdir. Daha sonra bütün illər üzrə xəritələrdən istifadə etməklə bu illər üzrə dinamik dəyişiklik qeydə alınmışdır (cədv. 2).

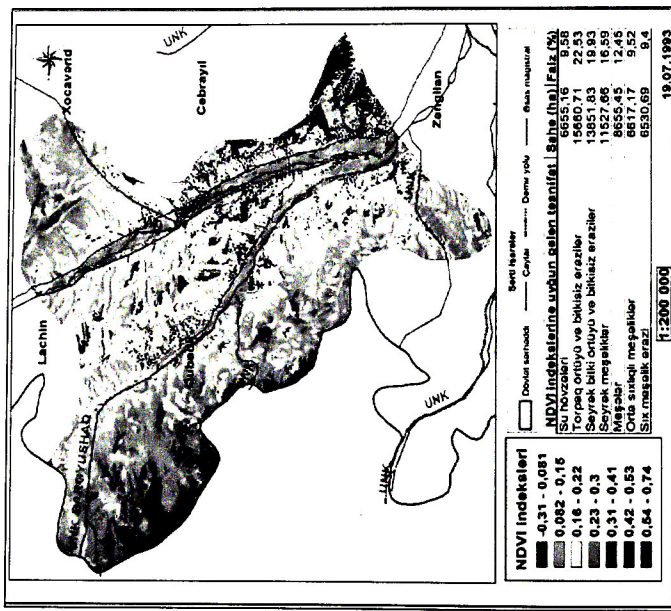


Şək.3. Qubadlı rayonunun 09.06.1990 – cü il üçün “Landsat 7” peyk məlumatları əsasında yaradılmış NDVI xəritəsi və obyektlərin həndəsi göstəriciləri

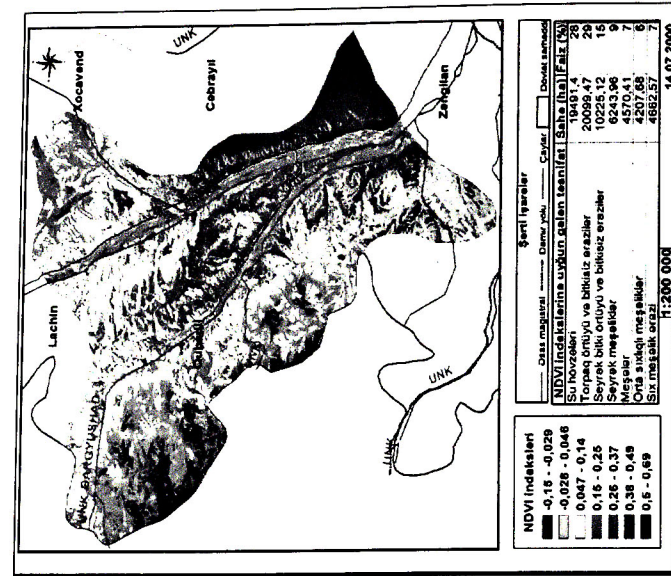


Şək.2. Qubadlı rayonunun 18.05.1988 – ci il üçün “Landsat 7” peyk məlumatları əsasında yaradılmış NDVI xəritəsi və obyektlərin həndəsi göstəriciləri

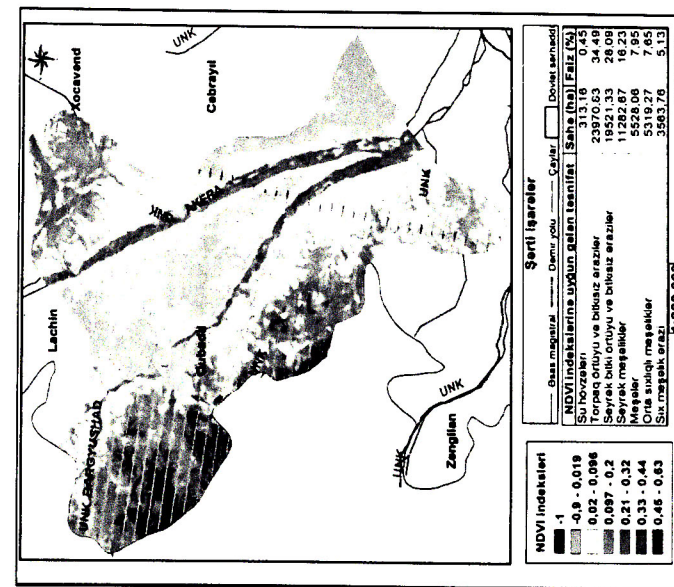




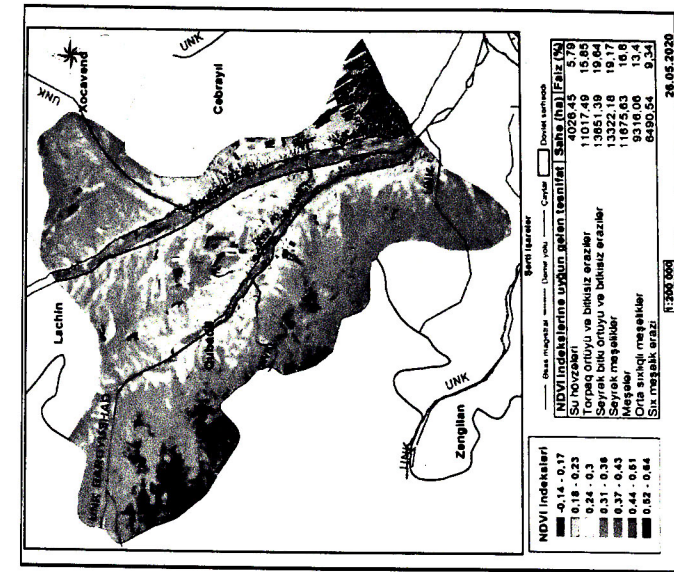
Şəkil 4. Qubadli rayonunun 19.07.1993 – cü il üçün "Landsat 7" peyk məlumatları əsasında yaradılmış NDVI xəritəsi və obyektlərin həndəsi göstəriciləri



Şəkil 5. Qubadli rayonunun 14.07.2000 – ci il üçün "Landsat 7" peyk məlumatları əsasında yaradılmış NDVI xəritəsi və obyektlərin həndəsi göstəriciləri



Şəkil 6. Qubadli rayonunun 11.08.2010 – cü il üçün "Landsat 7" peyk məlumatları əsasında yaradılmış NDVI xəritəsi və obyektlərin həndəsi göstəriciləri



Şəkil 7. Qubadli rayonunun 26.05.2020 – ci il üçün "Landsat 7" peyk məlumatları əsasında yaradılmış NDVI xəritəsi və obyektlərin həndəsi göstəriciləri



Сədvəl 2. Qubadlı rayonu ərazisi üzrə 1984-2020-ci illər üçün NDVI indekslərinə görə təsnifat nəticələri və dinamikanın kəmiyyətə qiymətləndirilməsi

NDVI indeksinə görə təsnifat obyektləri	Təsnifat sahələri (ha)								Dinamika 1984-2020 ↓ - azalma, ↓ - artma
	10.07.84	18.05.88	12.08.90	19.07.93	14.07.00	11.08.10	26.05.20		
Su hövzələri	11625,205	2483,937	3861,07	6655,16	19491,4	313,16	4026,45	7598,755↓	
Torpaq örtüyü və bitkisiz ərazilər	15376,909	5937,606	10890,709	15660,71	20099,47	23970,83	11017,49	4359,419↓	
Seyrək bitki örtüyü və bitkisiz ərazilər	13681,424	9688,05	12500,209	13851,83	10225,12	19521,33	13651,39	30,034↓	
Seyrək meşəliklər	10322,038	12352,507	12559,868	11527,66	6243,96	11282,67	13322,18	3000,142↑	
Meşələr	6807,428	13369,905	11956,575	8655,45	4570,41	5528,06	11675,63	4868,202↑	
Orta sıxlıqlı meşəliklər	5451,38	14272,716	10204,467	6617,17	4207,68	5319,27	9316,06	3864,68↑	
Six meşəlik ərazisi	6235,092	11394,403	7525,696	6530,69	4662,57	3563,76	6490,54	255,448↑	

Bununla da aparılmış tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, 1984-cü ildən 2020-ci ilə qədər keçən dövr ərzində su hövzələrinin, torpaq örtüyü və bitkisiz ərazilərin, həmçinin seyrek bitki örtüyünün sahələri kifayət qədər azalmış, belə azalmalar su hövzələrində özünü daha aydın büruzə vermişdir. Seyrek bitki örtüyünün sahəsində nəzərəçarpacaq dəyişikliklər müşahidə olunmamış, 30 hektar sahədə azalma qeydə alınmışdır. Bu işə işğal dövründə tədqiqat ərazisində yaşayış mühitinin formalaşmaması və təbiətə kortəbii münasibətlə izah oluna bilər.

Təklif edilən emal prosedurları həmçinin torpaq örtüyünün məhsuldarlıq göstəricilərinə görə təsnifatının aparılmasına, yararlı torpaq sahələrinin hesablanmasına imkan verir. Bununla da torpağın məhsuldarlıq səviyyəsini müəyyənləşdirən əsas faktor kimi NDVI indekslərindən istifadə perspektiv məsələ kimi qarşıya çıxmışdır.

**Ədəbiyyat siyahısı**

1. İşğal olunmuş Azərbaycan ərazilərində ətraf mühitə və təbii sərvətlərə dəymiş ziyan. [http://eco.gov.az/frq-content/plugins/pages\\_v1/entry/20190823174831\\_88765600.pdf](http://eco.gov.az/frq-content/plugins/pages_v1/entry/20190823174831_88765600.pdf)
2. K.Ə.Əsgərov, E.F.Fətiyeva. Müxtəlif zamanlı kosmik təsvirlər əsasında Qubadlı rayonu ərazisinin təbii obyektlərinin vəziyyət parametrlərinin qiymətləndirilməsi. AMAKA-nın Xəbərləri, 2021, №1, cild 24, s.3-9.
3. E.S.Süleymanov, V.E.Süleymanov. Ermənistanın Azərbaycana qarşı silahlı təcavüzü və işğalın ağır nəticələri. Bakı, CBS Polygraphic Production, 2012. – 181s.
4. Remote sensing, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), and crop yield forecasting // Submitted inpartial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Agricultural and Applied Economics in the Graduate College of the University of Illinois at Urbana-Champaign, 2013. – 172 p.
5. Landsat 8 (L8) Data users handbook. March 29, 2016 <https://landsat.usgs.gov/sites/default/files/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf>
6. Hamideh Nouri, Simon Beecham, Sharolyn Anderson and Pamela Nagler. High Spatial Resolution WorldView-2 Imagery for Mapping NDVI and Its Relationship to Temporal Urban Landscape Evapotranspiration Factors // Remote Sensing, 2014, 6, 580-602; doi:10.3390/rs6010580 (<http://www.mdpi.com/2072-4292/6/1/580>)
7. <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/spatial-analyst/image-classification/image-classification-using-spatial-analyst.htm>

*Т.И.Сулейманов, Н.И.Керимов, Э.Ф.Фатиева*

**Геоинформационная оценка динамики ландшафтных элементов Губадлинского района на основе космических снимков Landsat**

**Резюме**

На основе космических снимков Landsat за 1984-2020 годы построены цифровые электронные карты Губадлинского района. Расчетные значения NDVI индексов по разновременным космическим данным позволили оценить динамику геоландшафтных элементов и определить изменение площадей отдельных природных объектов.

*T.I.Suleymanov, N.I.Kerimov, E.F.Fatiyeva*

**Geoinformation assessment of the dynamics of landscape elements of the Gubadli region based on Landsat space images**

**Abstract**

On the basis of Landsat space images for 1984-2020, digital electronic maps of the Gubadli region were built. The calculated values of NDVI indices based on multi-temporal space data made it possible to evaluate the dynamics of geolandscape elements and determine the change in the areas of individual natural objects.