

**\*Табылдина А.Т., Какимжанов Е.Х., Уваров В.Н., Мақаш К. К.**

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.  
e-mail: aziza\_94.12@mail.ru

## **NDVI (NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX) – ӨСІМДІКТЕР ИНДЕКСІН ЕСЕПТЕУ АЛГОРИТІМІНІҢ НЕГІЗІ**

Бүгінгі таңда вегетациялық индексті анықтау ең маңызды мәселелердің бірі. Бұл әртүрлі спектральды арналармен математикалық операциялардың нәтижесінде алынған өсімдіктердің сипаттамалары. Ең танымал өсімдік индекстерінің бірі NDVI.

NDVI кез-келген қызыл түсті арнасы (0,55–0,75 мкм) және инфрақызыл диапазонда (0,75–1,0 мкм) спектральды арналары бар жоғары, орташа немесе төмен ажыратымдылықтағы суреттер негізінде есептеледі. NDVI есептеу алгоритмі қашықтықтан зерделеу деректерін өңдеуге (ArcGIS, Arc View, ERDAS Imagine, Ermapper, ENVI, ScanView, Scanex MODIS процессоры, және т.б.) арналған барлық танымал бағдарламалық жасақтама пакеттеріне салынған. Мақалада ArcGIS және ENVI бағдарламаларында, Іле Алатауының солтүстік беткейі мысалында, NDVI өсімдіктер индексі есептеу алгоритімдері ұсынылды.

Көптеген ғылыми жарияланымдарға сәйкес, NDVI индексі жоғары дәлдікпен өсімдік өнімділігін болжай алады. Бұл индекстің мәні маусым бойы өзгеріп тұрады және өсімдіктің өсу және гүлдену кезінде оның мәндері әртүрлі болады. Кезеңнің басында индекс өседі, гүлдену кезінде өсім тоқтайды, содан кейін өсімдік пісіп жетілгенде NDVI мәні азаяды. Топырақтың құнарлылығын, ауа райы жағдайын және егінді өсіру технологиясын ескере отырып, биомасса дамуының жылдамдығы әртүрлі болады.

**Түйін сөздер:** NDVI өсімдік индексі, ГАЗ, ғарыштық сурет, арақашықтықтан зерделеу, ArcGIS, ENVI.

\*Tabyldina A.T., Kakimzhanov E.Kh., Uvarov V.N., Makash K. K.

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty, e-mail: aziza\_94.12@mail.ru

### **The basis of the algorithm for calculating the index of vegetation NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)**

To date, the determination of the vegetation index is one of the most important problems. These are the characteristics of plants obtained as a result of mathematical operations with different spectral channels. One of the best known vegetation index is the NDVI.

NDVI can be calculated on the basis of any high, medium, or low resolution images that have spectral channels in the red (0.55–0.75  $\mu\text{m}$ ) and infrared range (0.75–1.0  $\mu\text{m}$ ). The NDVI calculation algorithm is built into almost all common software packages related to the processing of remote sensing data (ArcGIS, Arc View, ERDAS Imagine, Ermapper, Scanex MODIS Processor, ENVI, ScanView, etc.). The article presents the algorithms for calculating the vegetation index NDVI using ArcGIS and ENVI programs, using the example of the northern slope of the Ili Alatau.

According to numerous scientific publications, the NDVI index can predict crop yields with high accuracy. The vegetation index NDVI changes throughout the season and its values vary during the growth, flowering and ripening of plants. At the beginning of the growing season, the index grows, at the time of flowering its growth stops, then as it ripens, NDVI decreases. Depending on soil fertility, weather conditions and the technology of cultivation of crops, the rate of development of biomass will be different.

**Key words:** The index of vegetation NDVI, information system (GIS), satellite images, remote sensing, ArcGIS, ENVI.

\*Табылдина А.Т., Какимжанов Е.Х., Уваров В.Н., Макаш К.К.  
Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы  
e-mail: aziza\_94.12@mail.ru

### Основы алгоритма расчета индекса растительности NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

На сегодняшний день определение вегетационного индекса является одной из самых важных проблем. Это характеристики растений, полученные в результате математических операций с различными спектральными каналами. Одним из самых известных вегетационных индексов является NDVI.

NDVI рассчитывается на основе любых снимков высокого, среднего или низкого разрешения, имеющие спектральные каналы в инфракрасном диапазоне (0,75-1,0 мкм) и красном (0,55-0,75 мкм). Алгоритм расчета индекса растительности встроено практически во все пакеты программного обеспечения, связанные с обработкой данных дистанционного зондирования (ArcGIS, Arc View, ERDAS Imagine, ErMapper, Scanex MODIS Processor, ENVI, ScanView и др.). В статье были представлены алгоритмы расчета индекса растительности NDVI с помощью программных продуктов ArcGIS и ENVI, на примере северного склона Заилийского Алатау.

По данным многочисленных научных публикаций, по индексу NDVI с высокой точностью можно прогнозировать урожайность посевов. Вегетационный индекс NDVI изменяется в зависимости от сезона и его значения различны во время роста, цветения и созревания растений. В начале вегетационного сезона индекс нарастает, в момент цветения его рост останавливается, затем по мере созревания, NDVI снижается. В зависимости от почвенного плодородия, метеорологических и технологии возделывания посевов скорость развития биомассы будет разной.

**Ключевые слова:** NDVI индекс растительности, географическая информационная система (ГИС), космические снимки, дистанционное зондирование, ArcGIS, ENVI.

### Кіріспе

Қазіргі таңда, климаттық өзгерістер қарқынды түрде жүріп жатқаны барлығымызға белгілі. Бұл өзгерістер ең алдымен өсімдіктерге, олардың таралу ареалдарына және өсіп-жетілу кезеңіне үлкен әсер тигізіп жатыр. Соңғы зерттеулер өсімдіктердің таралуы, құнарлылығы, вегетациялық индекстермен тығыз байланысты екенін көрсетті. NDVI өсімдіктер индексі, климаттық өзгерістердің өсімдіктер жамылғысына тигізетін әсерін мониторинг жасауға қолданылады.

Вегетациялық индекс (ВИ) – әртүрлі спектр диапазонындағы (каналдар) арақашықтықтан зерделеу мәліметтерін өңдеу барысында туындайтын көрсеткіш, сонымен қатар суреттегі берілген пикселдегі өсімдіктердің параметрін көрсетеді. Оның тиімділігі рефлексия ерекшеліктерімен анықталады; бұл көрсеткіштер көбінесе эмпирикалық болып табылады. Қазіргі таңда 160 жуық вегетациялық индекс түрлері кездеседі (Crippen, R.E., 1990).

Ең танымал және жиі қолданылатын индекс - NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) – нормаланған өсімдіктердің айырмашылық индексі, алғаш рет 1973 жылы Роус Б. Дж. бұл индексті фотосинтетикалық активті биомассадағы қарапайым мөлшерлік көрсеткішті (әдетте вегетациялық индекс деп аталған) өлшеген кезде қолданған болатын. Бұл индекс

мультиспектральді расторлық мәліметтердегі екі арнаның сипатамаларының контрастын қолданады, бұларға қызыл арнадағы хлорофилл пигментінің жұтылуы және инфрақызыл арнадағы (NIR) жоғарғы сәуле шағылту қабілетіне ие өсімдік шикізаты жатады.

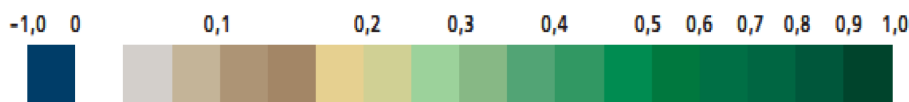
NDVI индексі бүкіл әлемде құрғақшылық мониторингінде, ауыл шаруашылық өнімдерін өндіру жұмыстарын болжау мен бақылауда және қауіпті өрт жүру мүмкіндігі үлкен аймақтарға көмек көрсету жұмыстарын болжау кезінде қолданылады. NDVI индексі жаһандық өсімдіктер мониторингінде қолдану ыңғайлырақ болып саналады, өйткені ол жарық беру жағдайларын, беткей еңістігін, экспозициясын және басқа да сыртқы факторлардың өзгеруін өтеуге көмектеседі (Черепанов, Дружинина, 2009). NDVI алқаптар өнімділігін, өсімдіктердің тығыздығын, олардың ұқсастығы мен өсуін қарқындылығын көрсетеді. Индекстің есептелуі жақын инфрақызыл және қызыл спектрлер аймағындағы шағылысудың түрлі деңгейін белгілі бір сомаларға бөлу. Нәтижесінде өсімдіктер индексінің мағынасы -1 ден 1 аралығында өзгеріп отырады. Жасыл өсімдіктер үшін шағылысу қызыл аймақта инфрақызыл аймаққа қарағанда азырақ, себебі жарық хлорофилді жұтады, сол себепті NDVI үшін өсімдіктер мағынасы 0-ден төмен бола алмайды (1-сурет).

Индекс келесі формула бойынша есептеледі:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

NIR – Жақын инфрақызыл спектр аймағындағы сәуле шағылту коэффициенті;

RED – Қызыл спектр аймағындағы рефлексия коэффициенті (Crippen, 1990).



1-сурет – Нормаланған өсімдіктердің айырмашық индексінің -1 ден 1 аралығындағы өзгеру диапазоны

Ғарыштық суреттердің әрбір пикселіне қызыл және инфрақызыл спектральдық зоналар бойынша индексті өлшеу туынды сурет-кар-

таларды алуға мүмкіндік береді. Әр өсімдік типтерінің NDVI мағынасы әртүрлі болады (1-кесте) (Антонов, Сладких, 2009).

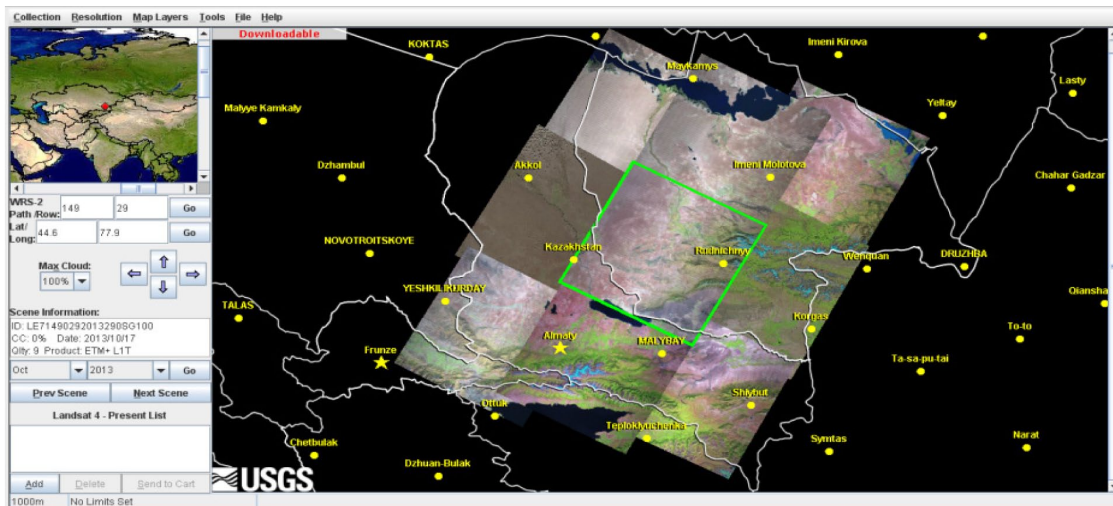
1-кесте – NDVI мағынасы және оған сәйкес өсімдік жамылғысының типі

Нысан типі	Қызыл спектр аймағындағы рефлексия коэффициенті	Жақын инфрақызыл спектр аймағындағы рефлексия коэффициенті	NDVI мағынасы
Қалың өсімдік жамылғысы	0,1	0,5	0,7
Шашыранды өсімдік жамылғысы	0,1	0,3	0,5
Ашық топырақ жамылғысы	0,25	0,3	0,025
Бұлттар	0,25	0,25	0
Қар мен мұз	0,375	0,35	-0,05
Су	0,02	0,01	-0,25
Жасанды материалдар (бетон, асфальт)	0,3	0,1	-0,5

### Қолданған мәліметтер мен зерттеу әдістері

*Зерттеу аймағы.* Іле Алатауының солтүстік беткейі Тянь-Шань тау жүйесінің солтүстігіндегі жота. Қазақстан мен Қырғызстан шекарасында орналасқан. Оңтүстікке қарай доға тәрізденіп иілген жота ендік бойымен созылған. Ұзындығы 350 км, ені 30 - 40 км. Солтүстік беткейі біршама көлбеу. Орта таулы өңірден төменде тау алдының адырлары айқын байқалады.

NDVI негізінде өсімдік картасын жасау негіздері: біріншіден, қажетті ғарыштық суреттерді жүктейміз. Ғарыштық суреттерді АҚШ-тың (ағыл. United States Geological Survey, қысқартылғанда USGS (АҚШ ішкі істер департаменті 1879)) геологиялық қызметінің мұрағаты сайтынан тегін жүктеп алуға болады (<http://glvis.usgs.gov/>). 2-суретте ғарыштық суреттердің кейіпі көрсетілген.



2-сурет – Glovis каталогындағы ғарыштық суреттер

### Зерттеу әдістері

NDVI индексі қызыл (0,55-0,75 микрон) және инфрақызыл (0,75-1,0 мкм) спектральды арналары бар кез келген жоғары, орташа немесе төмен ажыратымдылықтағы суреттер негізінде есептелуі мүмкін. NDVI индексін есептеу

алгоритмі арақашықтықтан зерделеу деректерін өңдеуге қатысты барлық жалпы бағдарламалық пакеттерге салынған (ArcView Image Analysis, ERDAS Imagine, ENVI, Ermapper, Scanex MODIS Processor, ScanView және т.б.). NDVI-ді есептеу негіздері келесі ғарыштық құрылғыларды пайдаланады (2-кесте):

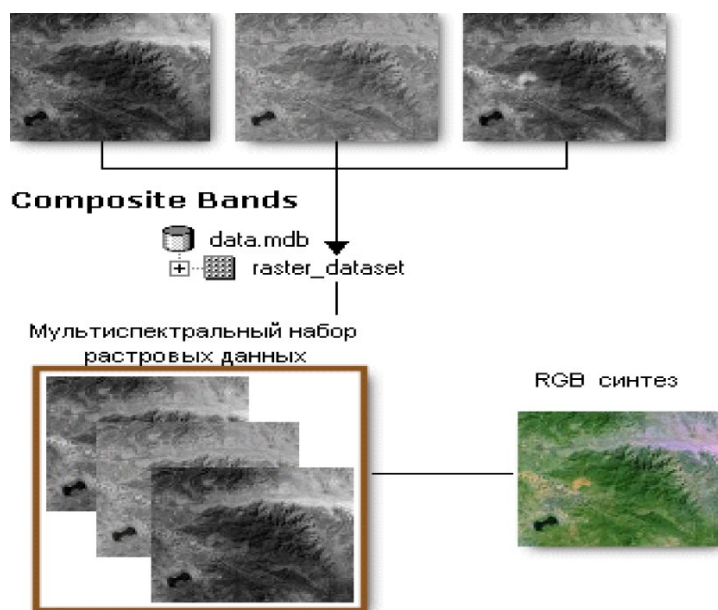
2-кесте – NDVI-ді есептеу үшін пайдаланылатын жерсеріктердің камераларының арна комбинациялары

Ғарыштық аппараттар / Құрылғы	Қолданылған арналар (толқын ұзындығы)	Кеңістіктік дәлдік
NOAA/AVHRR	2 (0.72-1.0 мкм), 1 (0.58-0.68 мкм)	1100 м.
Terra(Aqua)/MODIS	2 (0.841-0.876 мкм), 1 (0.62-0.67 мкм)	250 м.
Landsat(4)/MSS	6 (0.7-0.8 мкм), 5 (0.6-0.7 мкм) или 7 (0.8-1.1 мкм)	30 м.
Landsat(5)/TM	4 (0.76-0.90 мкм), 3 (0.63-0.69 мкм)	30 м.
Landsat7/ETM+	4 (0.75-0.90 мкм), 3 (0.63-0.69 мкм)	30 м.
Landsat-8	5 ( 0.84-0.88 мкм), 4 (0.63—0.68 мкм)	30 м.
EO-1 (Hyperion, ALI)	5 (0,775-0,805 мкм), 4 (0,630-0,690 мкм)	30 м.
IRS(1C/1D)/LISS	3 (0.77-0.86 мкм), 2 (0.62-0.68 мкм),	23,5 м.
SPOT 2, 4	3 (0.78 – 0.89 мкм), 2 (0.61 – 0.68 мкм)	20 м.
Монитор-Э	4 (0,783-0,883 мкм), 3 (0,626-0,672 мкм)	20 м.
CBERS-1, 2/CCD	4 (0,77 - 0,89 мкм), 3 (0,63 - 0,69 мкм)	20 м.
Terra/ASTER	3 (0.76-0.86 мкм), 2 (0.63-0.69 мкм)	15 м.
THEOS	4 (0.77-0.90 мкм), 3 (0.62-0.69 мкм)	15 м.
SPOT 5	3 (0.78 – 0.89 мкм), 2 (0.61 – 0.68 мкм)	10 м.
ALOS/AVNIR	4 (0.76-0.89 мкм), 3 (0.61-0.69 мкм)	10 м.

Formosat-2	4 (0,76-0,90 мкм), 3 (0,63-0,69 мкм)	8 м.
RapidEye	5 (0,76–0,85 мкм), 3 (0,63–0,685 мкм)	5 м.
Kompsat-2	4 (0,76-0,90 мкм), 3 (0,63-0,69 мкм)	4 м.
OrbView-3	4 (0,76-0,90 мкм) , 3 (0,625-0,695 мкм)	4 м.
Ikonos	4 (0.76 - 0.85 мкм), 3 (0.63 - 0.70 мкм)	3.2 м.
Quickbird	4 (0.76 - 0.9 мкм), 3 (0.63 - 0.69 мкм)	2.44 – 2.88 м.
Ресурс-ДК	3 (0,70-0,80 мкм), 2 (0,60-0,70 мкм)	2 - 3 м.
WorldView-2	7 (0,77-0,89 мкм), 5 (0,63-0,69 мкм)	1,84 м.
GeoEye-1	4 (0,78 – 0,92 мкм), 3 (0,66 – 0,69 мкм)	1,65 м.

Ғарыштық суреттерді алғаннан кейін Arc-Map-ты ашып, Arc Toolbox-тың растрды өңдеуге байланысты құралдарын қолданып, арналарды біріктіру жұмысын жүргіздік.

*Арналарды біріктіру (Composite Bands)* – бірнеше арналардан растрлық деректердің бір жиынтығын жасайды және сонымен қатар арналардың ішкі жиыны арқылы растрлық деректер жиынтығын жасай алады (Сурет-3).



3-сурет – Арналарды біріктіру үрдісі

Бұл үрдісті қолдану негіздері келесідей:

Бұл үрдістің шығу мәліметтері тек шаршы ұяшықтар болуы мүмкін;

Шығарылым деректерін PNG, BIL, VIP, BMP, GIF, Esti Grid, BSQ, IMG, JPEG, JPEG 2000, TIFF немесе кез келген геоақпараттық растр деректеріне сақтауға болады;

Растрлық мәліметтердің шығыс жиынтығы бірінші арнаның ұяшық өлшемін алады;

Бірнеше мағынасы бар шығыс мәліметтері атты соңғы терезде көрсетілген арналардың реті растрлық мәліметтердің шығыс жиынтығындағы арналар ретін анықтайды.

Арналарды біріктірудің параметрлерін, әрбір параметрдің сипаттамасын және олардың мәліметтер типін анықтау үшін, арналарды біріктіру үрдісінің синтаксисін қарастыруымыз қажет (3-кесте).



3-кесте – Арналарды біріктіру үрдісінің синтаксисі

Параметрлер	Сипаттамасы	Мәліметтер типі
In_rasters [in_rasters,]	Растрлық мәліметтердің шығыс жиынтығы.	Mosaic Dataset; Mosaic Layer; Raster Dataset; Raster Layer
Out_raster	<p>Растрлық мәліметтердің шығыс жиынтығы. Растрлық деректер жиынтығын файл пішімінде сақтаған кезде тиісті кеңейтімді көрсету қажет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• .bil - Esri BIL</li> <li>• .bip - Esri BIP</li> <li>• .bmp - BMP</li> <li>• .bsq - Esri BSQ</li> <li>• .dat - ENVI DAT</li> <li>• .gif - GIF</li> <li>• .img - ERDAS IMAGINE</li> <li>• .jpg - JPEG</li> <li>• .jp2 - JPEG 2000</li> <li>• .png - PNG</li> <li>• .tif - TIFF</li> <li>• Esri Grid үшін кеңейтім жоқ.</li> </ul> <p>Егер сіз растрлық деректер жиынтығын геодеректер базасында сақтасаңыз, файл кеңейтімін растр деректер жиынының атына қосудың қажеті жоқ Растрлық деректер жиынтығын JPEG файлында, JPEG 2000 файлында, TIFF файлында немесе геодеректер базасында сақтау кезінде қысудың түрі мен сапасын көрсетуге болады.</p>	Raster Dataset

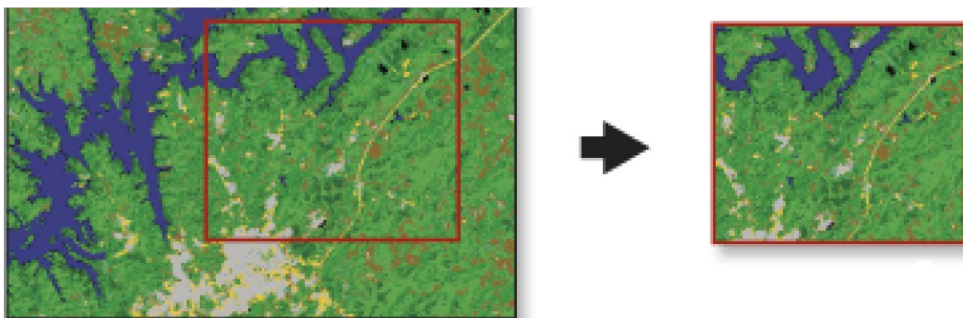
Код үлгісі. Бұл Composite Bands құралы үшін Python үлгісі:

```
import arcpy
from arcpy import env
env.workspace = "c:/data"
arcpy.CompositeBands_management(
    "band1.tif;band2.tif;band3.tif",
    "compbands.tif")
```

Сонымен, бірнеше арналарды біріктіру негізінде, біз бір жиынтықтағы растрлық деректерді алып, жұмысты әрі қарай жалғастырдық.

Растрды өңдеу құралдарының ішіндегі кесіп алу құралын қолдану арқылы, жұмысқа қажетті аймақты кесіп алу үрдісін жүргіздік.

*Kesy (Clip)* – Растрлық мәліметтер және мозаикалар жиынтығын құрайтын, кеңістіктік растрлық ішкі жиынды қалыптастырады (4-сурет).



4-сурет – Кесу үрдісі

Бұл құрал шаблонның ауқымына негізделген растрлық деректер жиынтығының үзінділерін

шығаруға мүмкіндік береді. Кесілген шығыс үлгіні қиып алатын пикселдерді қамтиды;

Кесілген аумақ ең төменгі және ең жоғары мәндер бар  $x$  және  $y$  координаттарын көрсететін тіктөртбұрыш сызықтарымен көрсетіледі;

Шығарылым деректерін PNG, BIL, BIP, BMP, BSQ, Esri Grid, IMG, JPEG, GIF, JPEG 2000,

TIFF немесе кез келген геоақпараттық растр деректеріне сақтауға болады.

Кесу үрдісінің параметрлерін, әрбір параметрдің сипаттамасын және олардың мәліметтер типін анықтау үшін, кесу үрдісінің синтаксисі қарастыруымыз қажет (Кесте 4).

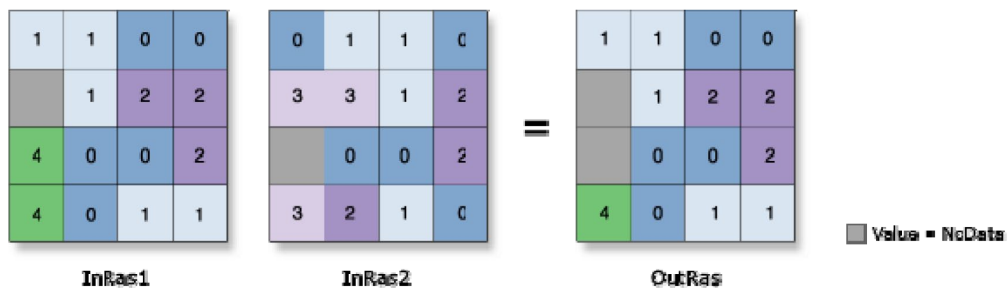
4-кесте – Кесу үрдісінің синтаксисі

Параметрлер	Сипаттамасы	Мәліметтер типі
In_raster	Растрлық мәліметтердің шығыс жиынтығы.	Mosaic Dataset; Mosaic Layer; Raster Dataset; Raster Layer
Rectangle	Кесудің ең төменгі құрылымының төртбұрышын анықтайтын төрт координат мынадай тәртіпте анықталады: ең төменгі X, ең төменгі Y, ең үлкен X, ең үлкен Y.	Envelope
Out_raster	<p>Растрлық мәліметтердің шығыс жиынтығы.</p> <p>Растрлық деректер жиынтығын файл пішімінде сақтаған кезде тиісті кеңейтімді көрсету қажет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• .bil - Esri BIL</li> <li>• .bip - Esri BIP</li> <li>• .bmp - BMP</li> <li>• .bsq - Esri BSQ</li> <li>• .dat - ENVI DAT</li> <li>• .gif - GIF</li> <li>• .img - ERDAS IMAGINE</li> <li>• .jpg - JPEG</li> <li>• .jp2 - JPEG 2000</li> <li>• .png - PNG</li> <li>• .tif - TIFF</li> <li>• Esri Grid үшін кеңейтім жоқ</li> </ul> <p>Егер сіз растрлық деректер жиынтығын геодеректер базасында сақтасаңыз, файл кеңейтмін растр деректер жиынтығының атына қосудың қажеті жоқ. Растрлық деректер жиынтығын JPEG файлында, JPEG 2000 файлында, TIFF файлында немесе геодеректер базасында сақтау кезінде қосудың түрі мен сапасын көрсетуге болады.</p>	Raster Dataset
Nodata_value (Қосымша)	Көрсетілген мәндері бар барлық растр элементтері растр деректерінің шығыс жиынына NoData ретінде жазылады.	String
Clipping_geometry (Қосымша)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NONE - Растрлық деректер жиынтығы минималды құрылымдық тіктөртбұрышы негізінде кесіледі.</li> <li>• Clipping Geometry («Кесу») - Растрлық деректер жиынтығы периметрдің айналасында полигон түрінде кесіледі.</li> </ul>	Boolean

Нәтижесінде, кесу үрдісін қолдану жұмысты қолайлы және жылдам аяқтауға септігін тигізді. Себебі, бұл құрал арқылы тек қажетті аймақпен ғана жұмыс жүргізуге болады.

Әрі қарай қажетті шекараны маска арқылы кесіп алдық.

Шекараны маска арқылы кесіп алу үрдісінің параметрлерін, осы параметрдің сипаттамасын және олардың мәліметтер типін анықтау үшін, арналарды шекараны маска арқылы кесіп алу үрдісінің синтаксисін қарастыруымыз қажет (5-кесте).



5-сурет – Шекараны маска арқылы кесіп алу үрдісі

5-кесте – Шекараны маска арқылы кесіп алу үрдісінің синтаксисі

Өлшемдер	Сипаттамасы	Мәліметтер типі
In_raster	Ұяшықтар алынатын кіріс растрлары.	Raster Layer
In_mask_data	Шығарыс аймағын анықтайтын маска. Бұл растр немесе кеңістіктік нысандар классы болуы мүмкін. Егер маска деректері растр болса, шығыс растрының ұяшықтары маска растры ұяшықтарына сәйкес келеді және NoData мәндері тағайындалады.	Raster Layer   Feature Layer

Үлгі коды. Маскадан шығару мысалы.  

```
import arcpy
from arcpy import env
from arcpy.sa import *
env.workspace = "C:/sapyexamples/data"
outExtractByMask = ExtractByMask("elevation", "mask.shp")
outExtractByMask.save("C:/sapyexamples/output/maskextract")
```

Суреттерді талдау параметрлері қосымшасындағы NDVI батырмасын қолдану арқылы берілген аймақтың қара және ақ түстегі көрінісін алдық. Әрі қарай осы шыққан мәліметтерді 9 классқа жіктеу жұмыстарын жүргіздік.

Қайтажіктеу (Reclassify) (Spatial Analyst) растрдың мағынасын өзгертеді немесе қайта жіктейді. Растрды полигонға өткізу (Кон-

вертация): кеңістіктік объектілерді растрлық мәліметтер жиынтығына конвертация жасайды.

Қолдану аясы:

Полигоны бар барлық кеңістіктік объектілер (геодеректер базасы, шейп-файл) растылық мәліметтер жиынтығына конвертацияжасалынады.

Бұл құрал растрды полигондық объектілер классына конвертация жасайтын Растр в полигон (Raster to Polygon) құралына қосымша жүреді.

Объекты в растр (Feature to Raster) құралымен салыстырғанда ұяшықтарға мағына беру үрдісін басқаруға көп мүмкіндік береді.

Осы алгоритмдерді орындау барысында аймақтың NDVI индексі негізіндегі өсімдік картасы 1:100 000 масштабта жасап шығарылды (6-сурет).





6-сурет – Іле Алатауының солтүстік беткейінің NDVI индексі негізіндегі өсімдік картасы

*ENVI бағдарламасында NDVI индексі есептеу.*

ENVI бағдарламалық кешені ғарыштық суреттерді өңдеудің технологиялық схемасының барлық сатыларын орындауға мүмкіндік береді: суреттер мен метадеректерді жүктеу (100-ден астам форматтарды қолдайды), суреттерді радиометриялық түзету, рельефтің сандық матрицасымен жұмыс істеу, суреттерді ортотрондау, векторлық мәліметтермен жұмыс істеу.

ENVI бағдарламасында спектральды және топографиялық талдау жасауды жүзеге асыратын спектральды құралдары бар. Өсімдіктерге талдау жасау мен суреттерді классификациялауда келесі алгоритмдерді қолданады:

Минимальді спектрлік қашықтық алгоритмі (Евклидова метрика, Minimum distance);

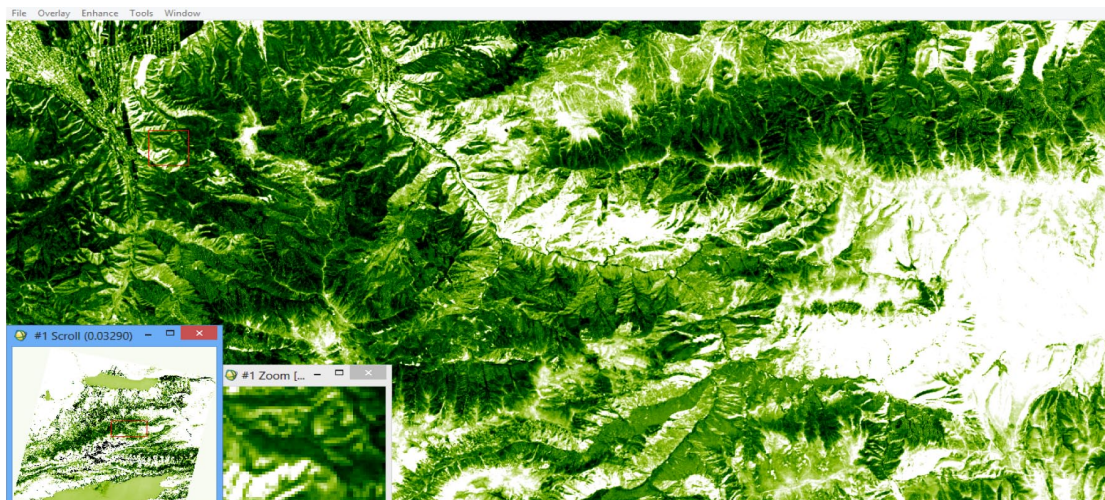
K-means, Isodata;

Параллелепипедтер әдісі (Parallelepiped decision rule);

Ең жоғарғы ықтималдық әдісі (Maximum likelihood);

Нейрондық желі (Neural Network) (О.Н. Колесникова, 2007).

Алдымен, ENVI 5,2 бағдарламасын ашып, ғарыштық суреттерді жүктеп, маска жасадық. Осыдан кейін, трансформациялау қосымшасындағы NDVI батырмасын шертіп, қажетті суретті алдық. Осы алынған көріністің түсін өзгертіп, сапасын жақсарту жұмыстарын жүргіздік. Нәтижесінде ENVI бағдарламалық кешеніндегі NDVI индексінің көрінісін алдық (Сурет 7).



7-сурет – ENVI бағдарламалық кешеніндегі NDVI индексінің көрінісі

**Зерттеу нәтижелері мен оны талқылау.** Жасанды өлшемсіз индикатор бола отырып, NDVI өсімдіктердің экологиялық және климаттық сипаттамаларын өлшеуге арналған, бірақ сонымен бірге ол басқа зерттеу облыстарына жататын кейбір параметрлермен маңызды бірлікті көрсете алады. Оларғы келесі параметрлер жатады:







- Өнімділік (уақытша өзгерістер);
- Биомасса;
- Топырақтың ылғалдылыққа және минералдарға (органикалық) қанығуы;

- Жауын-шашын мөлшері;
- Қар жамылғысының күші мен сипаттамалары.

Жұмыс нәтижесінде, ArcGIS қосымшасында NDVI индексі есептеу арқылы берілген аймақтың өсімдік жамылғысын және таралу деңгейін анықтадық.

Жұмыстың нәтижесінде Іле Алатауының солтүстік беткейінің өсімдік жамылғысының 6 белдеуін есептеп шығардық (Кесте 7).

**7-кесте** – Іле Алатауының солтүстік беткейінің өсімдік жамылғысының таралу негіздері

ArcGIS қосымшасында NDVI индексі есептеу негіздері	
	Альпілік мұзарт белдеуі (2800 м жоғары)
	Жоғарғы шыршалық белдеу (2600-2800 м)
	Шыршалы-орманды немесе төменгі альпілік белдеу (1600-2800 м)
	Орманды-шалғынды - шалғынды белдеу (1300-2800 м)
	Бұталы-түрлі шөпті дала белдеуі (700-1300 м)
	Тау етегіндегі шөлдік-далалық белдеу (450-700 м)

### Қорытынды

Біз NDVI индексі есептеудің екі түрлі бағдарламалардағы алгоритмдер бойынша жүргізілу ерекшеліктерін қарастырдық. Қай жолмен есептелінсе де, бұл индекс жоғары дәлдікпен өсімдік өнімділігін болжай алатынын, бірақ жұмыс істеу негіздері әртүрлі табиғи жағдайларға байланысты екенін және индексті пайдаланудың артықшылықтары

мен кемшіліктері де бар екенін ескеру қажет (6-кесте). Дегенмен, кез-келген өсімдік индексі зерттелетін объектінің абсолютті сандық көрсеткіштерін бермейтіндігін және олардың мәндері сенсордың сипаттамаларына (спектральды арналардың ені, дәлдігі), түсіру жағдайына, жарыққа, атмосфераға байланысты екенін атап өткен жөн. Өсімдік жамылғысының қасиеттерін тек салыстырмалы бағалауды қамтамасыз етеді.

**6-кесте** – NDVI индексі пайдалану негіздері

NDVI индексінің пайдалану артықшылықтары:	NDVI индексі пайдаланудың кемшіліктері:
Индексті алудың жеңілдігі.	Радиометриялық түзету (калибрлеу) кезеңінен өтпеген деректерді пайдалану мүмкін еместігі;
Оның көмегімен шешілетін мәселелердің кең ауқымдылығы.	Зерттеліп отырған аймақтың вегетациялық кезеңдегі түсірілімдерін ғана қолдану мүмкіндігі
Индекс негізінде әртүрлі сандық деректерді алу мүмкіндігі. Бұл деректер өнімділікті, әртүрлі техногендік аппараттарды бағалау мен болжауда кеңінен қолданыс тапқан.	Көптеген мәселелерді шешу кезінде алынған мәліметтерді, тестілеу алағынан алынған деректермен салыстыру қажеттігі.

Сонымен, NDVI индексін қолданудың мәселелерді шешу жеңілдеп отыр, мысалы артықшылықтары да, кемшіліктері де бар. ауыл шаруашылығының өнділігін болжау және Дегенмен бұл индекс арқылы көптеген т.б.

### Әдебиеттер

- А.С. Черепанов, Е.Г. Дружинина Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы. Геоматика №3. 2009;
- В.Н. Антонов. Л.А. Сладких. Мониторинг состояния посевов и прогнозирование урожайности яровой пшеницы по данным ДЗЗ. Геоматика №3. 2009;
- Н. Кукуль, Н. Ильин, С. Скакун, А. Лавренюк. Оценка состояния растительности и прогнозирование урожайности озимых культур Украины по спутниковым данным;
- Мозговой Д. К., Кравец О. В. Использование многоспектральных снимков для классификации посевов сельхозкультур // Экология и ноосфера. – 2009. – № 1-2. – С. 54–58;
- О.Н. Колесникова, Использование пк envi для решения прикладных задач. Компания «Совзонд», Москва, 2007. – С. 6;
- Р. Гонсалес, Р. Вудс Цифровая обработка изображений. – Москва: Техносфера, 2006 – 1072 с;
- Gates, David M. (1980) *Biophysical Ecology*, Springer-Verlag, New York, 610 p.
- Crippen, R.E. (1990) 'Calculating the vegetation index faster,' *Remote Sensing of Environment*, **34**, 71-73;
- Sellers, P. J. (1985) 'Canopy reflectance, photosynthesis, and transpiration', *International Journal of Remote Sensing*, **6**, 1335-1372;
- Andrew N. Rencz *Manual of Remote Sensing, Vol. 3: Remote Sensing for the Earth Sciences*, 1999,-P. 707;
- David L. Verbyla *Satellite Remote Sensing of Natural Resources (Mapping Science) 1st Edition*, 1995,-P. 224;
- Martin P. Ralphs, Peter Wyatt *GIS in Land and Property Management 1st Edition*, 2003,-P. 415;
- Myneni, R.B., F.G. Hall, P.J. Sellers, and A.L.Marshak (1995) 'The interpretation of spectral vegetation indexes', *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, **33**, 481-486;
- Paul Gibson, Clare Power *Introductory Remote Sensing Principles and Concepts 1st Edition*, 2000,-P. 216;
- Richardson, A. J. and C. L. Wiegand (1977) 'Distinguishing vegetation from soil background information', *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, **43**, 1541-1552.

### References

- Cherepanov A.S. Druzhinin Ye.G. (2009) *Spektral'nyye svoystva vegetativnykh i vegetativnykh pokazateley* [Spectral properties of vegetation and vegetation indices]. *Geometriya* №3;
- N. Antonov. L.A. Sladkikh (2009) *Monitoring sostoyaniya posevov i prognozirovaniye urozhaynosti yarovoy pshenitsy po dannym DZZ*. [Monitoring of a condition of crops and forecasting of productivity of spring wheat according to remote sensing data] *Geomatika* №3;
- N. Kussul', N. Il'in, S. Skakun, A. Lavrenyuk. *Otsenka sostoyaniya rastitel'nosti i prognozirovaniye urozhaynosti ozimyykh kul'tur ukrainy po sputnikovym dannym* [Estimation of the state of vegetation and forecasting the yield of winter crops of Ukraine using satellite data];
- Mozgovoy D. K., Kravets O. V. (2009) *Ispol'zovaniye mnogosppektral'nykh snimkov dlya klassifikatsii posevov sel'khozkul'tur* [The use of multispectral images for the classification of crops of agricultural crops] // *Ekologiya i noosfera*. – № 1-2. – С. 54–58;
- Kolesnikova O.N. (2007) *Ispol'zovaniye pk envi dlya resheniya prikladnykh zadach*. [Using envi pc for solving applied problems] Компания «Совзонд», Москва, – С. 6;
- Gonsales R., Vuds R.(2006) *Tsifrovaya obrabotka izobrazheniy*. [Digital Image Processing] – Москва: Техносфера, – 1072 с;
- Gates, David M. (1980) *Biophysical Ecology*, Springer-Verlag, New York, 611 p.
- Crippen, R.E. (1990) 'Calculating the vegetation index faster,' *Remote Sensing of Environment*, **34**, 71-73;
- Sellers, P. J. (1985) 'Canopy reflectance, photosynthesis, and transpiration', *International Journal of Remote Sensing*, **6**, 1335-1372;
- Andrew N. Rencz *Manual of Remote Sensing, Vol. 3: Remote Sensing for the Earth Sciences*, 1999,-P. 707;
- David L. Verbyla *Satellite Remote Sensing of Natural Resources (Mapping Science) 1st Edition*, 1995,-P. 224;
- Martin P. Ralphs, Peter Wyatt *GIS in Land and Property Management 1st Edition*, 2003,-P. 416;
- Paul Gibson, Clare Power *Introductory Remote Sensing Principles and Concepts 1st Edition*, 2000,-P. 216;
- Myneni, R.B., F.G. Hall, P.J. Sellers, and A.L.Marshak (1995) 'The interpretation of spectral vegetation indexes', *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, **33**, 481-486;
- Paul Gibson, Clare Power *Introductory Remote Sensing Principles and Concepts 1st Edition*, 2000,-P. 216;
- Richardson, A. J. and C. L. Wiegand (1977) 'Distinguishing vegetation from soil background information', *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, **43**, 1541-1552.