

*Қорытынды.* Бұл жұмыста қысқа тұйықталған роторы бар үшфазалы асинхронды қозғалтқышты және оны қоректендіретін үшфазалы көпірлі инверторды қамтитын шағын ғарыш аппараты үшін крен бойынша күн батареяларының электржетегі жүйесі қарастырылды және жобаланды.

ЭМЖ жалпы қарастырылды, күн батареяларын бағдарлау жүйесінде қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды қозғалтқышты қолданудың орындылығы көрсетілді.

#### **Қолданылған әдебиеттер тізімі**

1. Грузков С.А., Останин С.Ю., Сугробов А.М. и др. Магнитные материалы, обмоточные, монтажные и бортовые провода для систем электрооборудования летательных аппаратов: учебн. пособие. М.: Издательство МЭИ, 2005. – 182 с.
2. Криштафович А. К., Трифонюк В. В. Основы промышленной электроники. – 2-е изд. – М.: "Высшая школа", 1985. - 287 б.
3. Овсянников Н. И. Кремниевые биполярные транзисторы: Справ. пособие. – М.: "Высшая школа", 1989. - 211 б.
4. Беспалов В.Я., Котеленец Н.Ф. Электрические машины. М.: Издательский центр «Академия», 2006 г. - 316 б.
5. Мойн В.С. Стабилизированные транзисторные преобразователи. М.: Энергоатомиздат, 1986 г. - 354 б.
6. Остриров В.Н. Проектирование электронных преобразователей для регулируемых электроприводов. Издательский дом МЭИ, 2008 г. - 72 б.
7. Амирова, С. С. Автоматизированный электропривод с асинхронными двигателями: Учеб. пособие / С.С. Амирова, В. И. Елизаров, В. Г. Макаров. – Казань: Казан. гос. технол. ун-т, 2005. – 223 с.
8. Водовозов, А. М. Идентификация параметров асинхронной машины в установившихся режимах / А. М. Водовозов, А. С. Елюков // Вестник ИГЭУ. – 2010. № 2 – С. 69 – 71.

УДК 528.88

### **РАСЧЕТ ИНДЕКСОВ NDVI НА ОСНОВЕ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ СО СПУТНИКОВ LANDSAT-8 И SENTINEL 2**

**Максутбеков Абай<sup>1</sup>, Керімбай Бахыт<sup>1</sup>, Әбдіхалық Нұрдәулет<sup>1</sup>,  
Керімбай Баян<sup>2</sup>**

abaymaksutbekov@gmail.com

Магистранты<sup>1</sup> ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Докторант<sup>2</sup> ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель – Керімбай Н.Н.

В настоящее время, применение дистанционного зондирования Земли охватывает все большие отрасли жизнедеятельности человека. Одним из основных направлений является сельское хозяйство. ДЗЗ способствует и во многом облегчает процесс проведения анализа роста, заболеваний и проблемных зон растительности. С помощью данной технологии появляется возможность быстрого и своевременного мониторинга поверхности Земли и наблюдения за ростом растительности в динамике, не выезжая на местность. Использование различных индексов растительности позволяют получать различную информацию, необходимую для решения той или иной задачи.

Влияние пространственного разрешения на точность определения индекса NDVI и анализ изменения растительного покрова за определенный период времени.

**NDVI** (Normalized Difference Vegetation Index) - нормализованный относительный индекс растительности - простой количественный показатель количества фотосинтетически активной биомассы (обычно называемый вегетационным индексом). [1]

Вычисляется по следующей формуле:

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

где, **NIR** -отражение в ближней инфракрасной области спектра  
**RED** - отражение в красной области спектр

Основной задачей в обработке данных ДЗЗ является точность и достоверность данных. Существует множество критериев, влияющих на эти показатели, основным из них является пространственное разрешение космического снимка.

За основу были взяты две сцена одной и той же территории двух разных спутников LANDSAT 8 и Sentinel-2. Были произведены вычисления индексов NDVI их классификация, и полученные данные были переведены из растрового формата в векторный в ПО ERDASIMAGINE 2018. Полученные данные были наложены поверх исходных снимков спутников, векторные данные должны были выделить зоны в диапазоне от 0.2 до 0.67 – это кустарники, пастбища, скудная и разреженная древесная и кустарниковая растительность.

Таблица классов является единой для всех и находится в свободном доступе [2-3].

Таблица 1. Шкала индексов NDVI

NDVI	Тип покрытия
0.8-1	Очень мощная густая растительность( тропический или широколиственный здоровый лес
0.67-0.8	Мощная, густая растительность
0.4-0.5	Скудная и разреженная древесная и кустарниковая растительность
0.2-0.4	Кустарники и пастбища
0.09-0.2	Открытая почва
-0.1-0.1	Горные породы, песок, снег
-0.42-0.33	Водный объект
-0.55-0.5	Антропогенное покрытие
0	Облако на снимке

Таблица 2. Космические снимки, использованные в ходе исследования

Космический аппарат	Дата съемки	Используемые каналы	Пространственное разрешение
LANDSAT 8	10.06.2019	4 (0,630—0,680 мкм) 5 (0,845—0,885 мкм)	30 м
Sentinel-2	08.06.2019	B4 (650–680) B8 (784–899)	10 м

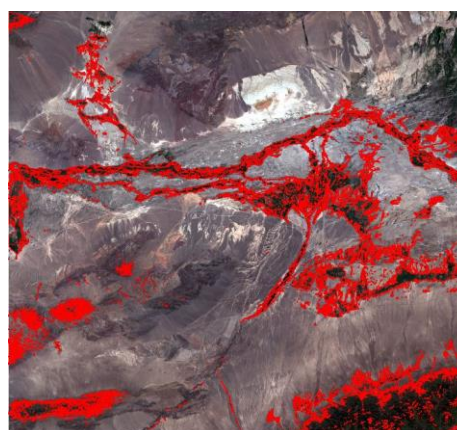
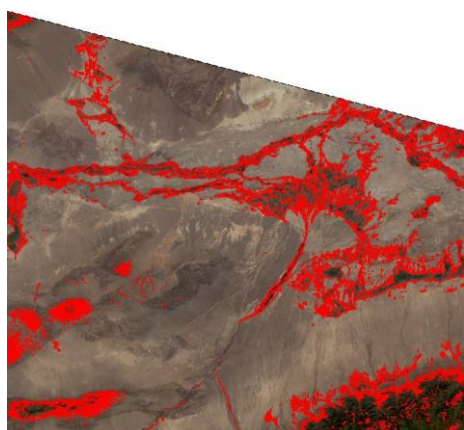


Рисунок 1. Снимок LANDSAT 8 10.06.2019 г. Рисунок 2. Снимок Sentinel-2 08.06.2019 г.

Для более наглядного видения точности в определении индексов NDVI в диапазоне от 0.2 до 0.67 увеличим изображение и сравним (Рисунок 3-4).

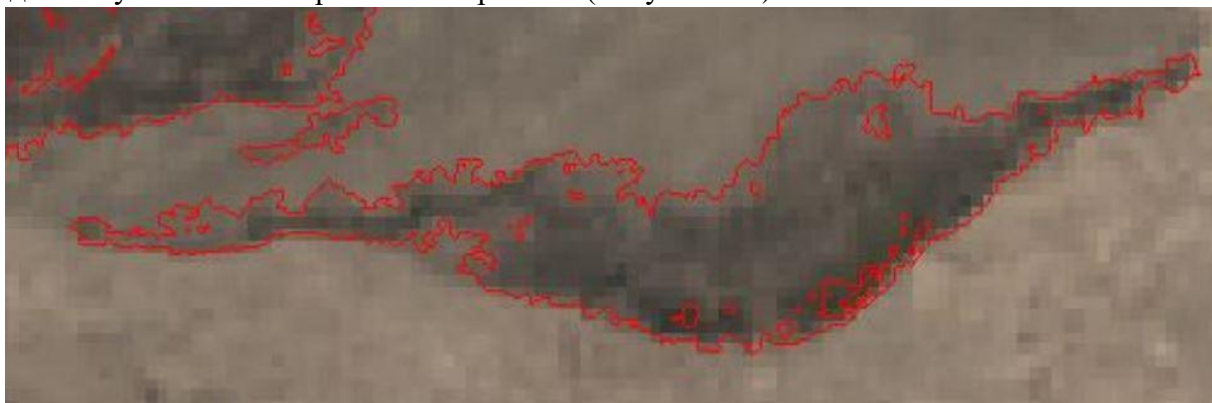


Рисунок 3. Снимок LANDSAT 8 10.06.2019г. диапазон NDVI 0.2 до 0.67



Рисунок 4. Снимок Sentinel 2 08.06.2019г. диапазон NDVI 0.2 до 0.67

На рисунке 3 и 4 можно увидеть разницу в точности определения индексов. На снимке спутника LANDSAT 8 выделяется и травянистая растительность вместе с требуемой, когда на снимке спутника Sentinel-2 более детальное определение заданного индекса.

Последующее увеличение достоверности данных получается за счет камерального дешифрирования при помощи дешифровочных признаков объектов.

Анализ изменения растительного покрова за период 2010-2019 гг. территории реки Шарын. Для анализа растительности использовались космические снимки спутника LANDSAT8 за 2014, 2017, 2019 гг.

Таблица 3. Космические снимки, использованные в ходе исследования

Космический аппарат	Дата съемки	Используемые каналы	Пространственное разрешение
LANDSAT 8	Июль 2014 г.	4 (0,630—0,680 мкм) 5 (0,845—0,885 мкм)	30 м
LANDSAT 8	Июль 2017 г.	4 (0,630—0,680 мкм) 5 (0,845—0,885 мкм)	30 м
LANDSAT 8	Июль 2019 г.	4 (0,630—0,680 мкм) 5 (0,845—0,885 мкм)	30 м

В ходе исследования в программном обеспечении ArcGIS 10.4.1 были рассчитаны индексы NDVI для каждой сцены на данную территорию. [4-5]

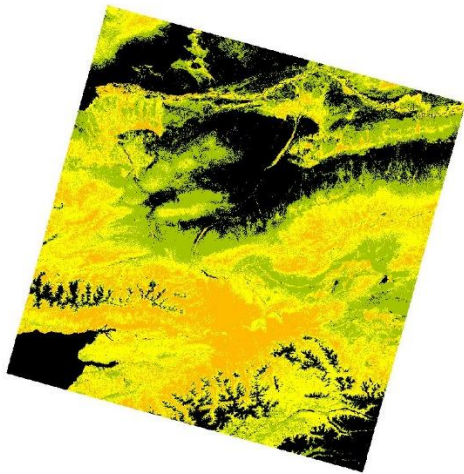


Рисунок 5. Снимок LANDSAT 8 диапазон NDVI 0.09 до 1.

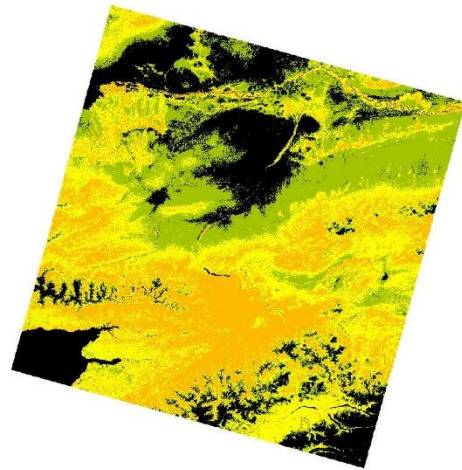


Рисунок 6. Снимок LANDSAT 8 за июль 2014г. за июль 2017г. диапазон NDVI 0.09 до 1

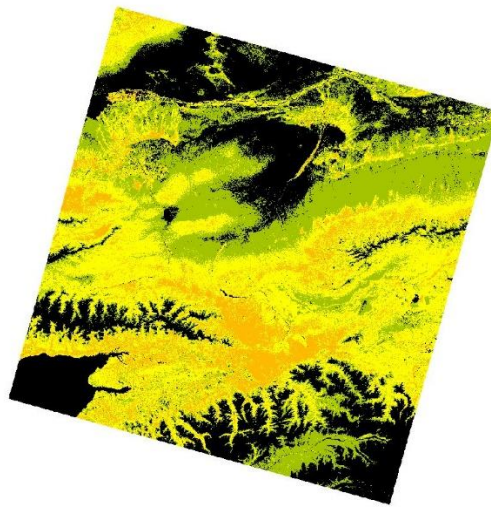


Рисунок 7. Снимок LANDSAT 8 за июль 2019г. диапазон NDVI 0.09 до 1.

Таблица 4. Площадь покрытия растительностью на вычисленных на основе индекса NDVI.

Космический аппарат	Дата съемки	Диапазон индекса NDVI	Площадь покрытия растительностью, га
LANDSAT 8	Июль 2014 г.	0,09-1	3954,40
LANDSAT 8	Июль 2017 г.	0,09-1	3248,81
LANDSAT 8	Июль 2019г.	0,09-1	2947,25

Таблица 5. Значение и площадь NDVI за 2014, 2017 и 2018 гг.

№	Значение NDVI	Площадь, га		
		Июль 2014.	Июль 2017	Июль 2019
1	0.8-1	0,0307	0,0313	0.0293
2	0.67-0.8	0,0115	0,1253	0.009
3	0.4-0.67	707,66	1003,95	469.01
4	0.2-0.4	1231,19	1167,42	1330.26
5	0.09-0.2	2015,51	1077,28	1147.94

Эти индексы разработаны для оценки содержания влаги в растительном покрове. Содержание воды – важный показатель, высокое содержание влаги характерно для здоровой растительности, которая быстрее растёт и более устойчива к антропогенной нагрузке.

NDVI позволяет выявить проблемные зоны угнетённой растительности, давая возможность принимать решения, направленные на повышение урожайности. Участки с различным состоянием растительности или объёмом зелёной фитомассы изображаются на карте NDVI различными цветами. Путём статистической обработки карт NDVI кроме определения количества фитомассы можно также выделить площади посева различных сельскохозяйственных культур. NDVI является интегральным показателем развития растительности, общепринятым индикатором «зелёного в отражённом от поверхности земли солнечного излучения». Каждая из перечисленных групп индексов предназначена для оценки какого-либо из свойств растительного покрова и содержит несколько индексов. Для конкретных природных условий и различных задач одни индексы из группы могут дать более точные результаты, чем другие. Сравнивая результаты расчетов индексов с полевыми данными, можно выбрать индекс, максимально точно отражающий исследуемое свойство.

Таким образом существенно повышается точность результатов при последующей обработке данных ДЗЗ. [6]

Главным преимуществом вегетационных индексов является надёжность и лёгкость их получения, а также широкий диапазон решаемых с их помощью задач. Вегетационный индекс NDVI является основным инструментом при проведении более сложных типов анализа, результатом которых являются тематические карты сельскохозяйственных земель.

Анализируя NDVI в результате дешифрирования спутниковых снимков Landsat 8, за 2014, 2017 и 2018 гг. можно сделать следующее заключение:

Площадь объекта исследования 1300000 га. Значение NDVI выше 0 соответствуют объектам, где полностью отсутствует растительность, объектам инфраструктуры - горные породы, песок, водный объект, антропогенное покрытие, дома и здания.

Значение NDVI 0.8-1 присущи территории, где очень мощная густая растительность. Их площадь с годами уменьшилась от 0,0307 га до 0,0293 га (таблица 5).

Значение NDVI 0.67-0.8 территории, где мощная, густая растительность в пойме реки. Их площадь уменьшилась от 0,0115 га до 0,009 га.

Значение NDVI 0.4-0.67 территории со скудной и разряженной древесной и кустарниковой растительностью, их площадь уменьшилась от 707,66 га до 469,01 га.

Значение NDVI 0.2-0.4 соответствует кустарникам и пастбищам в пойме реки и другим хорошо увлажненным участкам. Их площадь увеличилась с 1231,19 га до 1330,26 га.

Значение NDVI 0.09-0.2 соответствует открытой почве, их площадь уменьшилась с 2015,51 га до 1147,94 га.

По полученным данным видно, что в период с 2014 по 2019 гг. заметно увеличение площади покрытия растительного покрова на исследуемой территории (таблица 4). Этот процесс объясняется тем, что в пределах Шарынского ООПТ охрана растительности сводится к защите растительного покрова от вытаптывания, выкапывания. Все эти меры привели к процессу первичной и вторичной сукцессий.

#### Список использованных источников

1. NDVI - теория и практика. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/ndvi.html>.
2. Sentinel 2 [Электронный ресурс]: -Режим доступа: [http://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-2](http://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2).
3. LANDSAT 8 [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Landsat-8>.
4. Руководство пользователя ErdasImagine. [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <https://www.hexagongeospatial.com/resources/resource-library/documentation>.

5. Руководство пользователя ErdasImagine. [Электронный ресурс]: - Режим доступа: [http://web.pdx.edu/~nauna/TourGuide9\\_1.pdf](http://web.pdx.edu/~nauna/TourGuide9_1.pdf).
6. А.С. Гребень, И.Г. Красовская, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина. Анализ основных методик прогнозирования урожайности с помощью данных космического мониторинга, применительно к зерновым культурам степной зоны Украины, *Радиоелектронні і Комп'ютерні системи*, 2012, № 2 (54).

УДК 629.783

## **ПРЕИМУЩЕСТВА, НЕДОСТАТКИ И ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО СПУТНИКА ЗЕМЛИ МАЛОГО ФОРМАТА "CUBESAT"**

**Мамыт Ботақөз Асанқызы**

[mamytovabota@gmail.com](mailto:mamytovabota@gmail.com)

Студент 2 курса специальности «Космическая техника и технологии»

ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Научный руководитель - Калманова Д.М.

Развитие в стране такого важного аспекта космической индустрии, как разработка и производство малых космических аппаратов. На всех этапах развития космической промышленности главным требованием к производству деталей, используемых в целях освоения космоса, является точность их изготовления. Главным условием, для которых, является применение высокоточных станков, при механообработке детали, а также промышленных роботов, участвующих в технологическом процессе. Требование конкурентоспособности для производства ставит задачу повышения качества обработки выпускаемой продукции при одновременном удерживании финансовых затрат на том же уровне.

Так как в большинстве своем космические аппараты, представляют собой совокупность механизмов и систем, заключенных в огромные корпуса, что, следовательно, ведет за собой большую стоимость, одним из перспективных направлений в данной области, является проектирование и создание космических аппаратов малых размеров, имеющих общее название CubeSat (КубСат).

"CubeSat"- искусственные спутники земли малого формата, имеющих массу не более 1,33 кг, объем 1 литр, размер 10x10x11 сантиметров (1U) и форма повторяет куб.[1]

В зависимости от размеров они бывают - 1U до 16U. В настоящее время предлагаются и более крупные размеры CubeSat, 12U (20x20x30 сантиметров). Они позволяют увеличить возможности CubeSat и проводить испытания более объемных технологий (рис. 1).



Рисунок 1. Размеры корпусов CubeSat: 1U, 2U, 3U, 6U, 12U (слева на право)

Как и любой спутник, CubeSats настраиваются на конкретные требования своей миссии и имеют по крайней мере три общих черты:

- Антенна и система радиосвязи, которая отправляет и получает информацию на Землю и с нее.