

Использование космических снимков в исследовании растительного покрова в горной местности

Агаева Кямаля Сардар

заместитель директора Института космических исследований природных ресурсов Национального аэрокосмического агентства, г.Баку, Азербайджан, agayeva.kamala.s@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Введение: Работа посвящена оценки состояния биомассы растительного покрова за 2011, 2015, 2018 года (период 8 лет). Методы анализа растительного покрова с помощью Normalized Difference Vegetation Index, основанные на компьютерном преобразовании исходных космических снимков. В работе проведена оценка изменений состояния растительного покрова и количество активной биомассы в горных районах южного склона Большого Кавказа в пределах Азербайджанской Республики. В результате проведенных исследований на Южном склоне Большого Кавказа в 2011 году выявлены высокие значения Normalized Difference Vegetation Index, что указывает на максимальную густоту зеленых листьев, и уменьшение этих значений к 2018 году.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: дистанционное зондирование; космические снимки; геоинформационные системы; растительный покров; вегетационный индекс NDVI.

Введение

Изучение растительного покрова является актуальным вопросом, так как растительный покров играет важную роль в стабилизации склонов, придает некоторую стабильность на различных территориях. Быстрое представление информации о состоянии и динамике явлений для больших территорий можно получить с помощью использования космических снимков, что является одной из востребованных областей [1]. Программа Landsat - самый продолжительный проект по созданию спутниковых снимков на планете [2]. Спутниковые снимки отличаются от таких данных, как топографические карты, карты лесоустройства и т.д. Благодаря регулярности обновления, доступности и актуальности космических снимков, можно получить обширную информацию об объектах [3]. Для изучения количества активной биомассы также широко используют индексные изображения NDVI которые получают по космическим снимкам распространённое применение данного индекса - это отслеживание развития растений его изменений качества и густоты растительного покрова.

Материалы и методы исследования

Целью данной работы является оценка состояние растительности и развитости биомассы за период 2011, 2015, 2018 гг., на южном склоне Большого Кавказа с использованием космических снимков. Были проведены полевые исследования тестовых участков и анализ книжных данных растительности для исследуемой территории. Южный склон Большого Кавказа, представляет преимущественно предгорную и горную местность. На склонах Большого Кавказа, растительность формируется по закону вертикальной поясности. По мере спуска с высокогорной зоны к предгорьям на территории наблюдается смена растительных формаций. Также надо отметить, что южный склон Большого Кавказа альпийские и субальпийские луга, часть которых лежат на высоте 1800 - 2500 метров развиваются на крутых склонах различной экспозиции и с уклоном 30⁰ и более. Здесь же преобладающими породами деревьев являются лиственные: дуб, бук, граб, береза и др. [4]. Для тестовых участков при помощи ArcGIS 10.6 и топографических карт масштаба 1:25000 созданы DEM (рис1.) модели и карты землепользования/растительного покрова по состоянию на дату снимков Landsat (2011, 2015, 2018 гг.)

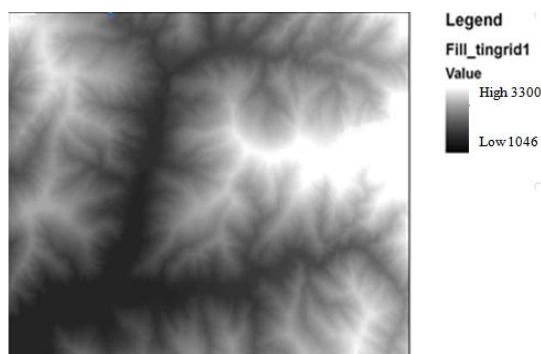


Рис.1. DEM модель рельефа тестовый участка исследуемой территории.

На основании подробного анализа синоптических материалов и соответственно, с законами вертикальной зональности температура воздуха закономерно падает по мере

увеличения высоты над уровнем моря. Годовое количество осадков постепенно возрастает с увеличением высоты. В годовом режиме осадков наблюдается два максимума (май и сентябрь) [5].

Так как исследуемая территория является горной, то получение информации о труднодоступных местах с использованием космических снимков является огромным преимуществом в отличие от наземных наблюдений.

В работе были использованы мультиспектральные снимки со спутника Landsat-5,-8 покрывающие исследуемую территорию. Первый космический снимок взят с Landsat 5 - период съемки за июнь 26.06.2011 год, второй и третий снимок получены с аппарата Landsat 8 период съемки за июнь месяц 30.06.2015 и 29.06.2018 гг. [2].

Для того, чтобы эффективно оценить ландшафт при анализе растительности, необходимо использовать как наземные измерения, так и разновременные космические снимки Landsat [6]. Для расчета NDVI в работе использованы мультиспектральные снимки со спутника Landsat-5 и Landsat-8 без облачности с разрешением 30 м. Все эти снимки прошли радиометрическую калибровку, геометрическую и атмосферную коррекции (рис.2).

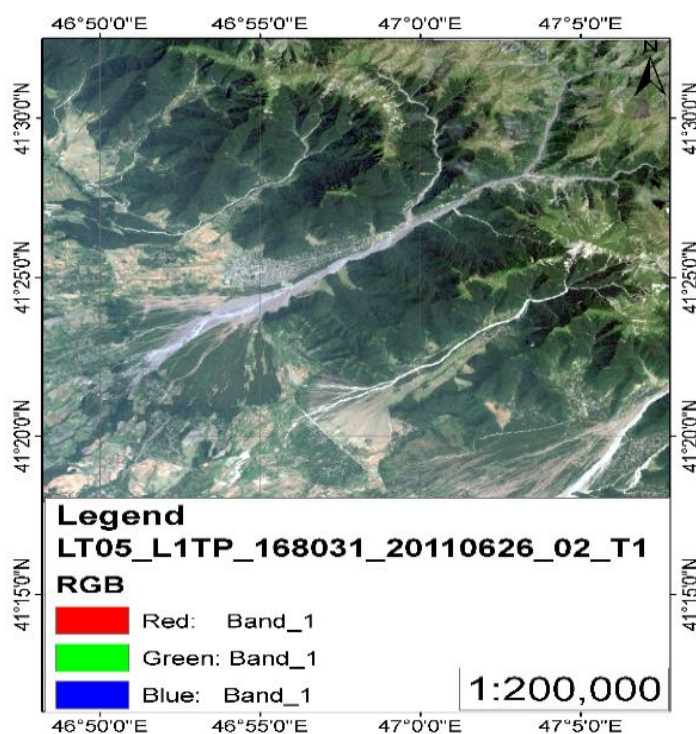
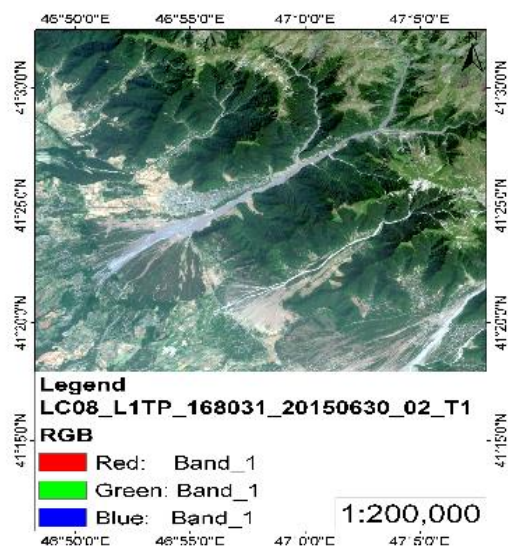
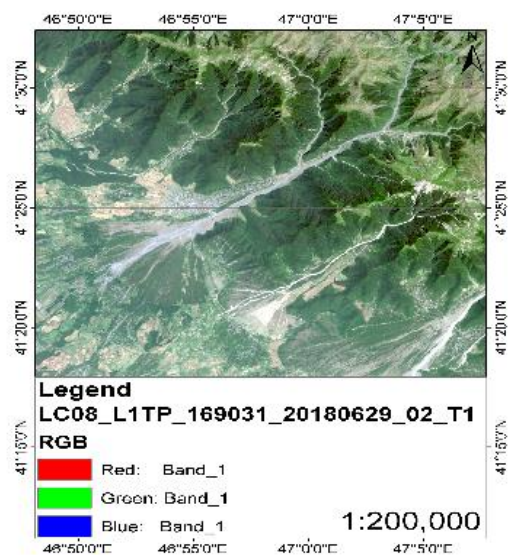


Рис.2. Космические снимки:
а) Landsat 5 съемки:(26.06.2011 год)



б)



в)

Рис.2. Космические снимки:

- б) Landsat 8 съемки (30.06.2015 год),
- в) Landsat 8 съемки (29.06.2018 год) на исследуемую территорию.

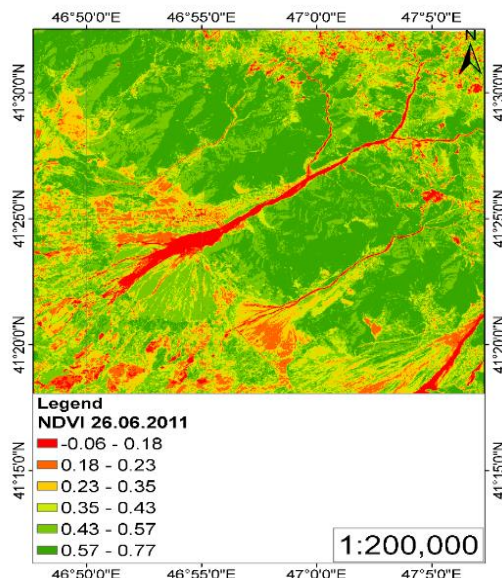
Вычисление спектральных индексов NDVI производилось в программе ArcGis10.6. по формуле:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \tag{1}$$

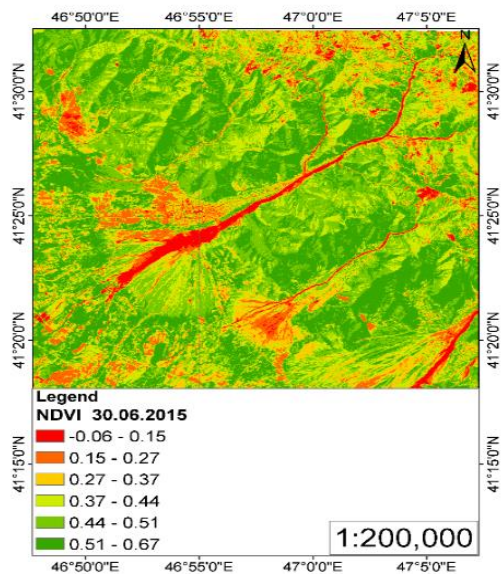
Отрицательные значения NDVI соответствуют водным объектам а густой лесной растительности соответствуют величины NDVI более 0,67-0,8, от 0,2 до 0,4 – кустарникам, травянистой растительности и от 0,4 до 0,5 разряженной растительности. Многие авторы используют NDVI индекс в количественной оценке биомассы [7,8,9,10, 11].

Результаты исследования.

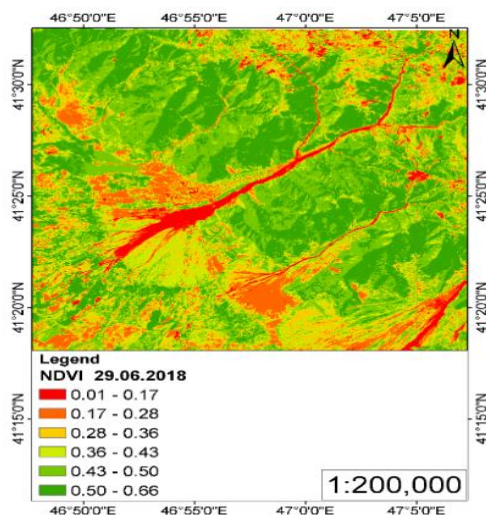
В программе ArcGis 10.6 на основе снимков Landsat5(26.06.2011 г.) и Landsat8 съемки (30.06.2015 г.), (29.06.2018 г.) были рассчитаны NDVI для Южного склона Большого Кавказа. (рис.3).



a)



б)



с)

Рис.3. NDVI полученные по космическим снимкам

а) Landsat 5 съёмка (26.06.2011 год), б) Landsat 8 съёмка (30.06.2015 год), с), (29.06.2018 год) на исследуемую территорию.

Многие авторы отмечают, что из-за клеточной структуры листа на красную зону приходится максимальное поглощение солнечной энергии хлорофиллом, а на ближний инфракрасный диапазон - максимальное ее отражение. Также надо отметить, что спектральный коэффициент освещенности древостоя летом достигает оптимальных значений [12,13,14]. В таблице 1 даны результаты NDVI за 26.06.2011г., 30.06.2015г., и 29.06.2018г. для исследуемой территории.

Табл.1. NDVI растительности за 2011, 2015, 2018 гг.

Тип объекта	Значения NDVI 26.06.2011г	Значения NDVI 30.06.2015г.	Значения NDVI 29.06.2018г.
Водные объекты и открытая почва	-0,06 -0,18	-0,06 -0,15	-0,01 -0,17
Открытая почва и скудный растительный покров	0,18 -0,23	0,15-0,27	0,17-0,28
Скудный растительный покров	0,23- 0,35	0,27- 0,37	0,28- 0,36
Разреженный растительный покров	0,35-0,43	0,37- 0,44	0,36- 0,43
Умеренный растительный покров	0,43 – 0,57	0,44- 0,51	0,43- 0,50
Густой растительный покров	0,57 – 0,77	0,51- 0,67	0,50- 0,66

Таким образом, спектральные индексы являются довольно информативными для дифференциации растительного покрова при выделении ландшафтов.

Сравнивая полученные результаты значений NDVI с наземными исследованиями, можно проследить изменения в динамике растительного покрова на исследуемой территории за последние восемь лет с 2011 по 2018 гг. Используя все полученные данные проведенных исследований и значения вычисленного высокого показателя значений NDVI 0,77 за июнь месяц 2011г., дает основания сделать вывод, что в этом году в регионе преобладала очень густая растительность. Полученные карты NDVI 0,67 за 2015г. и NDVI 0,66 за 2018 г. показывает падение показателя растительного покрова.

Снижение индекса NDVI может включать в себя ряд факторов: ухудшение качества растительности из-за ухудшение экологической обстановки, изменения климата, разрушение природных комплексов и т.д. [8,16].

Заключение

Можно сделать вывод, что использование результатов наземных исследований и космических снимков позволили провести оценку биомассы и состояния растительного покрова в разные годы 2011, 2015, 2018 гг. для растительности в горном регионе Азербайджанской Республики. Показатель NDVI - 0,77 указывают на максимальную густоту зеленых листьев в 2011г. Необходимо отметить, что для растительности в горном регионе Азербайджанской Республики низкие положительные значения NDVI от 0,2 до 0,5, представляют кустарники и альпийские и субальпийские луга и занимают большую часть исследуемой территории. Исследуемые низкие участки склонов долины покрыты буковыми лесами и простираются лишь до субальпийской зоны и далее переходят к высокогорным типам, таким, как восточный дуб с примесью клена и др.

Данные исследования можно использовать в целях дальнейшего мониторинга исследуемой территории и комплексном анализе состояния биоресурсов.

Литература

1. *Луян Е.А., Барталев С.А., Ершов Д.В. и др.* Организация работы со спутниковыми данными в информационной системе дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ-Рослесхоз) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т.12. № 5. С.222-250.
2. USGS. Landsat Missions [Электронный ресурс]. URL: <https://landsat.usgs.gov>.
3. *Комарова А. Ф., Журавлева И. В., Яблоков В. М.* Открытые мультиспектральные данные и основные методы дистанционного зондирования в изучении растительного покрова // Принципы экологии. 2016. № 1. С. 40–74. DOI: 10.15393/j1.art.2016.4922
4. *Марданов И.И., Иманов Н.А.* Вертикальная зональность развития современных денудационных процессов в пределах южного склона Большого Кавказа. Уч. записки АГУ им. Кирова. 1972. №2. С. 15-52
5. Атлас Азербайджанской ССР. Баку. Москва, 1963. 214 с.
6. *Рахматуллин З.З., Рахматуллина И.Р. и др.* Динамика NDVI растительного покрова лесопарка им. лесоводов Башкирии. Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг. 2019. №5. <https://doi.org/10.25686/6157.2019.5.58821>.
7. 7.NDVI – теория и практика [Электронный ресурс]. URL: <https://gis-lab.info/qa/ndvi.html>
8. *Тужик Д. А., Радченко Л. К.* Создание познавательной картографической модели региона с целью оценки состояния биоресурсов НСО. Сибирский государственный университет геосистем и технологий. 2020. Т. 7. № 1. С.115-122. DOI:10.33764/2618-981X-2020-7-1-115-1225.
9. *Письман Т. И., Ботвич И. Ю., Шевырнов А. П.* Оценка состояния лесной растительности Красноярского края (заповедник «Столбы») по спутниковым данным // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. №5. С. 130-140.

10. *Z. Ren, R. Pu, H. Zheng, D. Zhang, X. He.* Spatiotemporal analyses of urban vegetation structural attributes using multitemporal Landsat TM data and field measurements. *Annals of Forest Science.* 2017. Vol. 74. С. 54.

11. *Чеплянский И. Я., Турчин Т. Я., Ермолова А. С.* Дистанционный мониторинг государственных защитных лесных полос степной зоны европейской части России // *Известие вузов «Лесной журнал».* 2022. № 3. С. 44–59. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-3-44-59.

12. *M. Chernetskiy, I. Pasko, A. Shevyrnogov N., Slyusar, A. Khodyayev.* A study of forest vegetation dynamics in the south of the Krasnoyarskii Krai in spring. *Advances in Space Research.* September 2011. С. 819-825.

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

14. *Комаров А.А., Комаров А.А.* Оценка состояния травостоя с помощью вегетационного индекса NDVI // *Известия СПбГАУ.* 2018. №2 (51). С. 124–129.

15. *Коротков А.А., Астапов А.Ю.* Вегетационный индекс NDVI для мониторинга растительности // *Наука и образование.* 2020. Т. 3. № 3. С. 131–140.

16. *Дегерменджи А.Г., Высоцкая Г.С., Сомова Л.А. и др.* Многолетняя динамика NDVI-растительности различных классов тундры в зависимости от температуры и осадков // *Доклады Российской академии наук. Науки о земле.* 2020. Т. 493. № 2. С. 103–106.

USE OF SATELLITE IMAGES IN THE STUDY OF VEGETATION COVER IN MOUNTAINOUS AREAS

KAMALA S. AGHAYEVA,

Baku, Azerbaijan, agayeva.kamala.s@mail.ru

ABSTRACT

Introduction: The article is devoted to assessing the state of vegetation biomass for 2011, 2015, 2018 (period 8 years). Methods for analyzing vegetation cover using NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), based on computer conversion of original satellite images. The work assessed changes in the state of vegetation cover and the amount of active biomass in the mountainous regions of the southern slope of the Greater Caucasus within the Republic of Azerbaijan. As a result of studies carried out on the southern slope of the Greater Caucasus in 2011, high NDVI values were revealed, which indicates the maximum density of green leaves, and a decrease in these values by 2018.

Keywords: remote sensing; satellite images; geographic information systems; vegetation cover; NDVI vegetation index.

REFERENCES

1. Lupyán E.A., Bartalev S.A., Ershov D.V. Organization of work with satellite data in the information system for remote monitoring of forest fires of the Federal Forestry Agency (ISDM-Rosleskhoz). *Modern problems of remote sensing of the Earth from space*. 2015. T.12. No. 5. Pp. 222-250.
2. USGS. Landsat Missions [Electronic resource]. Access mode: <https://landsat.usgs.gov>.
3. Komarova A. F., Zhuravleva I. V., Yablokov V. M. Open multispectral data and basic remote sensing methods in the study of vegetation. *Principles of Ecology*. 2016. No. 1. Pp. 40–74. DOI: 10.15393/j1.art.2016.4922
4. Mardanov I.I., Imanov N.A. Vertical zoning of the development of modern denudation processes within the southern slope of the Greater Caucasus. *Uch. notes of ASU named after. Kirov*, 1972. No. 2. Pp. 15-52.
5. Atlas of the Azerbaijan SSR. Baku - Moscow, 1963. 214 p.
6. Rakhmatullin Z.Z., Rakhmatullina I.R., Gabdelkhakov A.K., Martynova M.V., Sultanova R.R. Dynamics of NDVI vegetation cover of the forest park named after. Foresters of Bashkiria. *Forest ecosystems under climate change: biological productivity and remote monitoring*. No. 5. 2019. <https://doi.org/10.25686/6157.2019.5.58821>
7. NDVI – theory and practice [Electronic resource]. URL: <https://gis-lab.info/qa/ndvi.html>
8. Tuzhik D. A., Radchenko L. K. Creation of a cognitive cartographic model of the region to assess the state of biological resources of the NSO. *Siberian State University of Geosystems and Technologies*. 2020. T. 7.No. 1. Pp.115-122. DOI:10. 33764/2618-981X-2020-7-1-115-1225.
9. Pisman T. I., Botvich I. Yu., Shevyrnogov A. P. Assessment of the state of forest vegetation in the Krasnoyarsk Territory (Stolby Nature Reserve) using satellite data. *Modern problems of remote sensing of the Earth from space*. 2018. No. 5. Pp. 130-140.
10. Ren Z., Pu R., Zheng H., Zhang D., He X. Spatiotemporal analyzes of urban vegetation structural attributes using multitemporal Landsat TM data and field measurements. *Annals of Forest Science*. 2017. Vol. 74:54.
11. Cheplyansky I. Ya., Turchin T. Ya., Ermolova A. S. Remote monitoring of state protective forest belts in the steppe zone of the European part of Russia. *Izv. universities "Forest Journal"*. 2022. No. 3. Pp. 44–59. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-3-44-59.
12. Chernetskiy M., Pasko I., Shevyrnogov A., Slyusar N., Khodyayev A. A study of forest vegetation dynamics in the south of the Krasnoyarskii Krai in spring. *Advances in Space Research*. September 2011. Pp. 819-825.
13. Adamovich T.A., Kantor G.Ya., Ashikhmina T.Ya., Savinykh V.P. Analysis of seasonal and long-term dynamics of the NDVI vegetation index on the territory of the Nurgush State Nature Reserve. *Theoretical and applied ecology*. 2018. No. 1. Pp. 18– 24.
14. Komarov A.A., Komarov A.A. Assessing the condition of the grass stand using the NDVI vegetation index. *Izvestia of St. Petersburg State Agrarian University*. 2018. No. 2 (51). Pp. 124–129.
15. Korotkov A.A., Astapov A.Yu. Vegetation index NDVI for monitoring vegetation. *Science and Education*. 2020. T. 3. No. 3. Pp. 131–140.
16. Degermendzhi A.G., Vysotskaya G.S., Somova L.A. Long-term dynamics of NDVI vegetation of various classes of tundra depending on temperature and precipitation. *Reports of the Russian Academy of Sciences. Geosciences*. 2020. T. 493. No. 2. Pp. 103–106.