

Некоторые аспекты пространственно-временных вариаций NDVI в Байкальском регионе

© А. А. Аюржанаев, С. Г. Андреев, Ж. Б. Алымбаева,
Б. В. Содномов, Е. Ж. Гармаев

Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ, Россия
aaayurzhanayev@yandex.ru

В работе представлены результаты анализа пространственно-временной динамики NDVI в Байкальском регионе и ее взаимосвязь с метеорологическими и орографическими характеристиками. Используются спутниковые снимки низкого разрешения MODIS, а также данные сервиса «ВЕГА». Распределение средних значений NDVI в бассейне оз. Байкал носит двухмодальный характер, максимумы которого характеризуют степную и лесную растительность, минимум — их экотонные зоны. Анализ распределения линейных трендов NDVI выявил, что для всех типов растительности Байкальского региона преобладают положительные значения. На высотах 500–700 м в зоне степных сообществ Западного Забайкалья наблюдаются отрицательные тренды NDVI. Корреляционный анализ показал, что наибольшая связь наблюдается для NDVI и приземной температурой воздуха. Для нарушенных лесных экосистем корреляция с метеорологическими параметрами слабая.

Ключевые слова: NDVI; MODIS; спутниковый сервис «ВЕГА»; пространственно-временная изменчивость; бассейн оз. Байкал.

Байкальский регион, включающий озеро Байкал и его водосборную площадь, расположен на рубежах бореальной и засушливых областей Азии и характеризуется значительным разнообразием экосистем. Отмечается, что бассейн озера Байкал благодаря своему положению и потенциалу является одним из главных стратегических районов востока России и севера Монголии [4]. Регион, особенно его южная часть, подвержен негативным природно-антропогенным процессам, которые приводят к разнообразным формам деградации экосистем [1]. Актуальной задачей является мониторинг происходящих изменений природной среды Байкальского региона, который должен носить комплексный характер и использовать современные методы и средства.

К настоящему времени накоплен большой архив космических материалов, позволяющий проводить анализ многолетней динамики свойств земной поверхности. Полученный на основе данного анализа картографический материал среднего масштаба должен стать информационной основой для последующих наземных работ, которые нацелены на выявление роли различных факторов, ответственных за состояние экосистем. Подобные исследования, проведенные нами ранее, выявили тенденции изменения растительного покрова в различных климатических зонах региона [3, 7].

Целью данной работы является изучение особенностей пространственно-временного распределения NDVI в Байкальском регионе. NDVI — один из наиболее часто используемых вегетационных индексов — показывает количество зеленой фитомассы и рассчитывается как отношение разности отражения в ближней инфракрасной и красной области спектра к их сумме.

В работе использованы материалы космической съемки, представленные в виде продукта MOD13Q1 спектрорадиометра MODIS спутника Terra [5], а также

данные спутникового сервиса «ВЕГА» Института космических исследований РАН [2]. Алгоритм обработки данных описан в [6].

На рис. 1 представлена карта значений NDVI, усредненных за период с 2000 по 2016 гг. Наименьшие значения индекса (0,1-0,3) приурочены к разреженной растительности высокогорий, например на Баргузинском хребте. Максимальные значения NDVI, как правило, приурочены к лесной растительности.

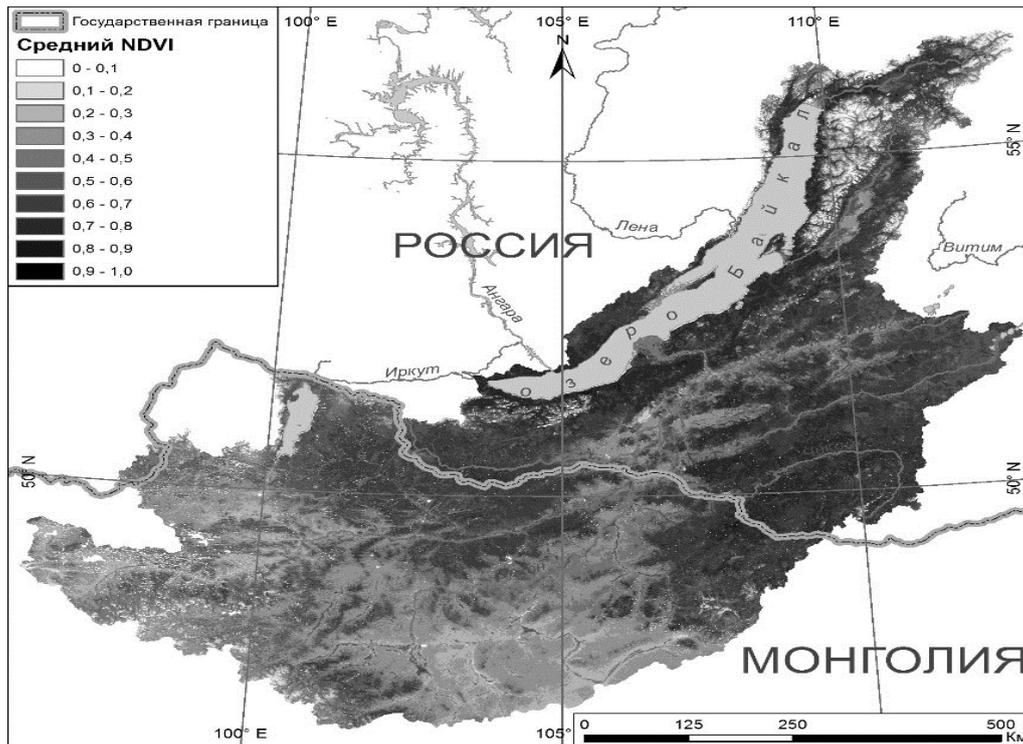


Рис. 1. Карта распределения средних значений NDVI

В целом можно отметить двухмодальный характер распределения NDVI в бассейне оз. Байкал (рис. 2). Два максимума характеризуют степную растительность (0,36) и лесную растительность (0,64). Минимум, локализованный в интервале значений NDVI от 0,45 до 0,54, наблюдается для переходных территорий между лесным и степным экосистемами.

Для анализа межгодовой динамики растительности в зависимости от климатических факторов сопоставлены значения NDVI с метеорологическими параметрами (температура и влажность воздуха, влажность почвы, количество осадков) с 2000-2016 гг. по данным системы ВЕГА. Корреляционная связь с температурным режимом для степей меняется в пределах 0,81-0,90, для лесных массивов от 0,70-0,74. Коэффициент корреляции NDVI и количества осадков для лесной и степной растительности меньше, чем для приземной температуры и достигает значения 0,65. Для нарушенных в результате вырубок и пожаров лесных экосистем корреляция с метеопараметрами слабая.

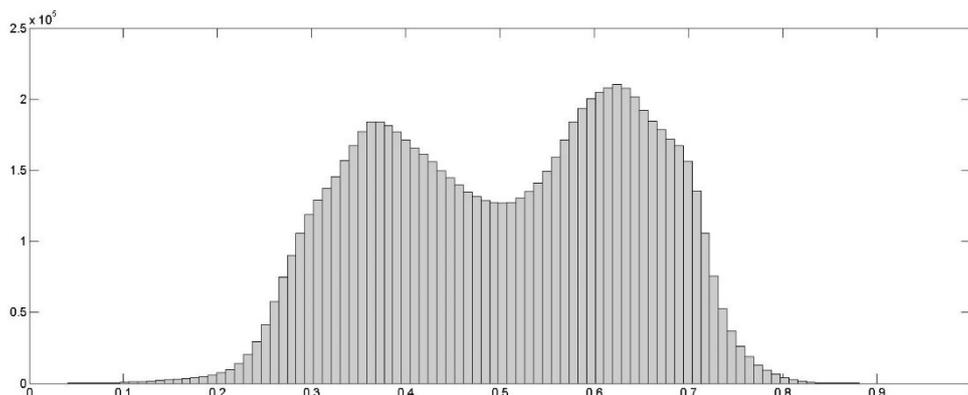


Рис. 2. Гистограмма распределения количества пикселей по среднегодовым значениям NDVI

Проведена оценка направленности изменений NDVI для различных типов растительности в пределах Байкальского региона. Анализ распределения количества пикселей по значениям тренда NDVI выявил, что для всех классов растительности преобладают положительные значения линейного тренда.

Выполнен предварительный анализ распределения значений трендов NDVI в зависимости от высоты и уклона местности. Выявлено, что на высотах 500-700 м преобладают отрицательные тренды NDVI, что объясняется расположением в данном высотном поясе степных сообществ Западного Забайкалья, подверженных деградации в условиях снижения количества выпадаемых осадков.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-05-01059.

Литература

1. Бажа С. Н., Данжалова Е. В., Дробышев Ю. И., Хадбаатар С. Трансформация наземных экосистем южной части бассейна Байкала. — М.: КМК, 2018. — 402 с.
2. Лупян Е. А., Барталев С. А., Толпин В. А., Жарко В. О., Крашенинникова Ю. С., Оксюкевич А. Ю. Использование спутникового сервиса ВЕГА в региональных системах дистанционного мониторинга // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2014. — Т. 11. — № 3. — С. 215–232.
3. Цыдыпов Б. З., Гармаев Е. Ж., Алымбаева Ж. Б., Батоцыренов Э. А., Аюржанаев А. А., Саяпина Д. О., Жарникова М. А., Содномов Б. В., Тулохонов А. К. Пространственно-временная оценка изменения растительного покрова засушливых климатических зон по Байкало-Гобийскому трансекту // Научное обозрение. — 2016. — № 5. — С. 8-16.
4. Экологический атлас бассейна озера Байкал / отв. ред. А. Р. Батуев, Л. М. Корытный, Ж. Оюунгэрэл, Д. Энхтайван. — Иркутск: Изд-во Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2015. — 140 с.
5. Huete A., Justice C., Van Leeuwen W. Modis vegetation index (MOD13): Algorithm theoretical basis document, Version 3. USGSLand Process Distributed ActiveArchiveCenter, 1999. 129 p.
6. Sodnomov B. V., Ayurzhanayev A. A., Tsydypov B. Z., Garmaev E. Zh. Algorithm of assessment of the MODIS NDVI long-term variations, J. Sib. Fed. Univ. Eng. Technol., 2018, 11(1), 61-68. Doi: 10.17516/1999-494x-0009.
7. Zharnikova M. A., Alymbaeva ZH. B., Ayurzhanayev A. A., Garmaev E. ZH. Vegetation cover dynamics of the Mongolian semiarid zone according to multi-temporal LANDSAT

imagery (the case of Darkhan test range) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science [The electronic resource] — IOP Publishing, 2016. — Vol. 48. — № 1. 012015. doi:10.1088/1755-1315/48/1/012015

Some aspects of spatio-temporal NDVI variations in the lake Baikal basin

**A. A. Ayurzhanayev, S. G. Andreev, Zh. B. Alymbayeva,
B. V. Sodnomov, E. Zh. Garmaev**
*Baikal Institute of Nature Management of the Siberian Branch
of Russian Academy of Sciences, Ulan-Ude, Russia*
aaayurzhanayev@yandex.ru

The paper presents the results of the analysis of NDVI spatial-temporal dynamics in the Baikal region and its relationship with meteorological and orographic characteristics. The distribution of the average NDVI in the basin of Lake Baikal has two-modal structure, the maxima of which characterize the steppe and forest vegetation, the minimum is their ecotone zones. An analysis of the distribution of NDVI linear trends revealed that positive values predominate for all types of vegetation in the Baikal region. At altitudes of 500-700 m in the zone of steppe communities of the Western Transbaikal, negative NDVI trends are observed. Correlation analysis showed that high value of correlation coefficient is observed for NDVI and the surface air temperature. For disturbed forest ecosystems, the correlation with meteorological parameters is weak.

Keywords: NDVI; MODIS; satellite-based service VEGA; spatio-temporal variability; the basin of Lake Baikal.