Исследование динамики NDVI растительного покрова Азиатской части России по данным ДЗЗ (1982-2015)

Варламова Е.В., мнс¹, магистрант²,

*¹Институт космических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера СО
РАН, г. Якутск*

*²Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова,
г. Якутск*

E-mail: varlamova@ikfia.ysn.ru

Аннотация

Проведены исследования динамики NDVI растительного покрова Азиатской части России по данным спутниковых наблюдений (продукт GIMMS3g) за 1982-2015 гг. Карта распределения тренда сезонных (май-сентябрь) значений NDVI демонстрирует, что обширная область с наиболее высокими показателями (~15-20%) тренда NDVI наблюдается на севере Якутии. Анализ среднемесячных (с мая по сентябрь) вариаций NDVI на севере Якутии показал, что существенный вклад в тренд сезонных NDVI вносит устойчивый рост (на ~26%) его майских значений за последние 12 лет (2004-2015 гг.). Вариации майских значений NDVI хорошо согласуются ($R=0,9$) с изменениями майской температуры воздуха, который также имеет устойчивую тенденцию роста (на ~6,1⁰C).

Ключевые слова: AVHRR/NOAA, GIMMS3g, NDVI, растительный покров, Азиатская часть России, Якутия

Введение

Длинные ряды спутниковых данных AVHRR/NOAA (продукты LTDR, GIMMS3g) позволяют отслеживать изменения в окружающей среде, вызванные процессами глобального изменения климата [1]. Растительный покров является одним из наиболее чувствительных природных индикаторов таких изменений. В работах [2-6] приводятся результаты исследований многолетних трендов состояния лесов и изменений фенологических сроков, показывающих, что за последние десятилетия наблюдаются существенные пространственно-временные изменения параметров растительного покрова (биофизических характеристик, характеристик фенологических ритмов). Целью работы является исследование динамики NDVI растительного покрова Азиатской части России за период 1982-2015 гг. по данным продукта GIMMS3g.

Данные и методика

Для анализа динамики NDVI был использован набор данных продукта GIMMS3g (Global Inventory Modeling and Mapping Studies, 3rd generation) [7], представляющий собой композиты 15-дневных максимальных значений NDVI за период 1982-2015 гг. Для оценки связи между вариациями NDVI и метеорологическими параметрами были использованы среднемесячные временные ряды приземной температуры воздуха и атмосферных осадков продукта CRU TS (Climatic Research Unit Time-series) v.4.01 [8], основанного на наблюдениях наземных станций и охватывающего период 1982-2015 гг.

Результаты и обсуждения

Временные ряды NDVI были приведены к среднемесячному разрешению и построены карты линейного тренда NDVI на территории Азиатской части России, за период май-сентябрь 1982-2015 гг. Сезонный (усредненный за май-сентябрь) тренд NDVI показан на рис. 1а. Как следует из рис. 1а, карта распределения сезонного тренда NDVI неоднородна, однако, в целом, преобладает положительная динамика со средним ростом тренда NDVI около 3%. Обширная область с наиболее высоким приростом тренда NDVI (10–20%) наблюдается на севере Якутии (выше 64-й параллели). Следует отметить, что в прирост сезонного тренда NDVI значительный вклад вносит рост майских значений NDVI, тренд которого показан на рис. 1б.

Рис. 1 Тренды NDVI растительного покрова Азиатской части России за период 1982-2015 гг.: а) усредненный за сезон май-сентябрь; б) усредненный за май.

Как было показано ранее в [9], на тестовом участке, расположенном на севере Якутии устойчивый рост (на $\sim 26\%$) майских значений NDVI наблюдался в течение 2004-2015 гг., однако в 1982-2004 гг. тренд был незначительным. Также в [9] было показано, что между вариациями майских значений NDVI и температурой воздуха на тестовом участке наблюдается высокая корреляция ($R = 0,9$) за период 1982-2015 гг. Таким образом, за периоды 1982-2004 и 2004-2015 гг. были построены карты тренда майских значений NDVI (рис. 2а, б) и температуры воздуха (рис. 2в, г). Как следует из рис. 2 (а, в), в течение 1982-2004 гг. в регионах с наибольшим ростом температуры на $\sim 1,5-3^{\circ}\text{C}$ (на юго-западе и северо-востоке Сибири, а также на Дальнем Востоке) наблюдается и рост NDVI. Напротив, в области отрицательных и/или околонулевых трендов температуры в районе центральной части Восточной Сибири наблюдаются заметные отрицательные тренды NDVI. В течение второго периода (рис. 2б, г) тренды поменяли знак на противоположный. На северо-западе Сибири и в центральной части Восточной Сибири наблюдается устойчивый рост температуры (рис. 2г) и NDVI (рис. 2б).

Распределение коэффициентов корреляции между среднегодовыми вариациями NDVI и вариациями среднегодовой приземной температуры воздуха и атмосферных осадков в Азиатской части России за период 1982-2015 гг. показаны на рис. 3 (а, б). Из рис. 3а видно, что высокая ($R=0,8 - 0,9$) корреляция между NDVI и температурой воздуха наблюдается преимущественно на севере Восточной Сибири. Распределение корреляции между NDVI и осадками (рис. 3б) показывает их незначительную связь ($R = -0,2 - 0,4$), средний коэффициент корреляции по всей исследуемой территории составил $R \sim 0,1$.

Рис. 2. Тренды майских значений NDVI (а, б) и температуры воздуха (в, г) за периоды 1982-2004 гг. и 2004-2015 гг.

Рис. 3. Коэффициенты корреляции между среднегодовыми вариациями NDVI и вариациями: а) среднегодовой приземной температуры воздуха; б) суммы атмосферных осадков за период 1982-2015 гг.

Выводы

Анализ динамики NDVI растительного покрова Азиатской части России за 1982-2015 гг. показал, что значительный рост (~15-20%) сезонных значений NDVI наблюдается на севере Якутии. Анализ среднемесячных (с мая по сентябрь) вариаций NDVI на севере Якутии показал, что существенный вклад в сезонный тренд NDVI вносит устойчивый рост (на ~26%) его майских значений за последние 12 лет (2004-2015), коррелирующих ($R=0,9$) с вариациями и ростом (на $6,1^{\circ}\text{C}$) майской температуры воздуха. Распределение коэффициентов корреляции между среднегодовыми вариациями NDVI и метеопараметрами в Азиатской части России показывает тесную связь ($R=0,8-0,9$) вариаций NDVI с температурой воздуха преимущественно на севере Восточной Сибири

и отсутствие связи ($R \sim 0.1$) вариаций NDVI с осадками.

Список литературы:

1. Stocker T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.), IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press. Cambridge. United Kingdom and New York. NY. USA. 1535 P.
2. Haibo Li, Cuizhen Wang, Lijuan Zhang, Xiaxiang Li & Shuying Zang. Satellite monitoring of boreal forest phenology and its climatic responses in Eurasia // International Journal of Remote Sensing. 2017. Vol. 38. No. 19. P. 5446-5463. doi: 10.1080/01431161.2017.1339925
3. Lanhui Wang, Rasmus Fensholt. Temporal Changes in Coupled Vegetation Phenology and Productivity are Biome-Specific in the Northern Hemisphere // Remote Sensing. 2017. Vol. 9, No. 12. P. 1277. doi: 10.3390/rs9121277
4. Варламова Е.В., Соловьев В.С. Исследование трендов NDVI и фенологических параметров растительности мерзлотного региона Сибири по спутниковым наблюдениям // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 3. С. 206-214.
5. Varlamova, E.V., Solovyev, V.S. Investigation of Eastern Siberia vegetation index variations on long-term satellite data // Proceedings of SPIE on 24th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. 2018. V. 10833. P. 108338C.
6. Varlamova E.V., Solovyev V.S. Study of the features of vegetation index trends of forest tundra in Yakutia // Proc. SPIE 11208, 25th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. 2019. V. 11208. P. 112087L.
7. Pinzon J.E, Tucker C.J. A Non-Stationary 1981-2012 AVHRR NDVI3g Time Series // Remote Sensing. 2014. Vol. 6. P. 6929-6960.
8. Harris I.C., Jones P.D. University of East Anglia Climatic Research Unit, CRU TS4.01: Climatic Research Unit (CRU) Time-Series (TS) version 4.01 of high-resolution gridded data of month-by-month variation in climate (Jan. 1901- Dec. 2016). Centre for Environmental Data Analysis, 04 December 2017. doi: 10.5285/58a8802721c94c66ae45c3baa4d814d0.
9. Варламова Е.В., Соловьев В.С. Исследование особенностей трендов вегетационного индекса растительного покрова лесотундры Якутии по данным GIMMS / XXV Международный симпозиум «Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы». ИОА СО РАН, Новосибирск, 30 июня-5 июля 2019 г.: материалы. 2019. С. D144-147.