

МУЛЬТИПЛАТФОРМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕВЕРНЫХ ЛЕСОВ: ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ

проф. д.т. н. Барталев С.А.¹, проф. д.б.н. Голубева Е.И.², зав. лаб., к.г.н. Зимин М.В.³,
зав. лаб., к.г.н. Медведев А.А.⁴, Dr. Рис У.Г.⁵, вед.н.с., к.г.н. Тутубалина О.В.⁶

¹Институт космических исследований РАН, bartalev@d902.iki.rssi.ru;

²Географический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, egolubeva@gmail.com;

³ ИТЦ «Сканэкс», zimin@scanex.ru;

⁴Институт географии РАН, a.a.medvedeff@gmail.com;

⁵Полярный институт им. Р.Скотта, Кембридж, Великобритания, wgr2@cam.ac.uk;

⁶Географический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, olgatut@mail.ru

В статье рассматриваются возможности использования показателей состояния древесных растений Севера, как индикаторы реакции экосистем на климатические изменения, произошедшие в последние десятилетия. Изменение климата влияет как непосредственно, так и косвенно на условия произрастания леса, определяя продукционные процессы, интенсивность лесных пожаров, вспышки размножения вредителей и деградации вечной мерзлоты, что угнетению или, напротив, усилению роста древостоев.

Исследуются изменения параметров северных лесов России с 2000 года на основе разновременных рядов карт, полученных на основе спутниковых снимков со спектрорадиометром с умеренным разрешением (MODIS) с разрешением 250 м. Строятся еженедельные карты индекса площади листовой поверхности (LAI), получаемые за вегетационный период и объема запаса древесины (из зимних изображений), которые базируются на моделях, связывающих биофизические свойства растительности отражением и пропусканием солнечного света. Полученные модели и карты проверяются по данным наземных измерений на модельных участках, включающие измерения морфометрических параметров деревьев, наземные и беспилотные съемки, которые затем масштабируются с помощью спутниковых изображений высокого разрешения до карт среднего разрешения MODIS. Модельные участки расположены в центральной части Кольского полуострова России (Мурманская область).

По данным БПЛА и наземных измерений получены аллометрические формулы для оценки фитомассы древостоев в центре Кольского полуострова по их высоте и сомкнутости. Разработаны методики масштабирования для сопоставления полученных данных с картами древесной фитомассы и LAI, полученными по снимкам MODIS за 2000-2018 гг.

Важными показателями реакции экосистем на климатические изменения, произошедшие в последние десятилетия, можно считать некоторые показатели состояния северных лесов России и их динамику. Именно в экстремальных условиях Севера (как и пустынь) реакция растительности проявляется наиболее четко. Надо отметить, что изменение климата влияет как непосредственно, так и косвенно на условия произрастания леса, определяя продукционные процессы, интенсивность лесных пожаров, вспышки размножения вредителей и деградации вечной мерзлоты. Это, в свою очередь, приводит к полному или частичному повреждению древостоев, интенсификации процессов возобновления, сукцессионным сменам, а также к коренным перестройкам и изменениям в экосистеме. Изменение климата также влияет на экономическую активность населения на севере России, включая использование лесов для получения различных ресурсов.

Нами исследуются изменения параметров северных лесов России с 2000 года на основе разновременных рядов карт, полученных на основе спутниковых снимков со спектрорадиометром (MODIS) с разрешением 250 м. Строятся еженедельные карты индекса площади листовой поверхности (LAI), получаемые за вегетационный период и объема запаса древесины (из зимних изображений), которые базируются на моделях, связывающих биофизические свойства растительности с тем, как она отражает и пропускает солнечный свет. Полученные модели и карты проверяются на основе данных наземных измерений на модельных участках, включающие измерения морфометрических параметров деревьев, наземные и беспилотные съемки, которые затем масштабируются с помощью спутниковых изображений высокого разрешения до карт среднего разрешения MODIS. Первый ключевой регион для валидации теории и методов определения состояния лесов расположен в центральной части Кольского полуострова на северо-западе России (Мурманская область), где полевые данные были собраны в 2018 году, а также в результате предшествующих многолетних исследований.

Было заложено 28 пробных площадей размером 20х20м, на которых выполнялись геоботанические описания, фотодокументация, координатная привязка, измерения морфологических параметров стволов и крон деревьев, запаса древостоев, измерение индекса листовой поверхности LAI фотографическим методом (для площадки в целом) и разрушающим методом (для образцов подроста и травяно-кустарничкового яруса). Была проведена съемка с беспилотных летательных аппаратов БПЛА в видимом диапазоне с высоты 50 и 100 м, на территориях, включающих пробные площади, общей площадью 10,4 кв. км, а также гиперспектральная съемка в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне с высоты 200 м на территории около 2 кв. км.

По данным БПЛА и наземных измерений получены аллометрические формулы для оценки фитомассы древостоев в центре Кольского полуострова по их высоте и сомкнутости. Разработаны методики масштабирования для сопоставления полученных данных с картами древесной фитомассы и LAI, полученными по снимкам MODIS за 2000-2018 гг. Также проводится анализ и сопоставление данных метеостанций, баз данных реанализа и спутниковых наблюдений температуры, осадков и снежного покрова, для формирования баз климатических данных, которые можно сопоставлять с картами динамики фитомассы.

Данные о динамике лесов, полученные из продуктов MODIS, предполагается использовать для изучения их связи с региональной изменчивостью климата и антропогенными факторами.

Исследование финансируется Британским Советом (грант для институциональных связей № 352397111) и Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (грантовое соглашение № 14.616.21.0099 от 27 февраля 2018 года, проект RFMEFI61618X0099).

MULTIPLATFORM RESEARCH OF NORTHERN FORESTS: THEORY AND METHODS

Bartalev S.A.¹, Golubeva E.I.², Zimin M.V.³, Medvedev A.A.⁴, Rees W.G.⁵, Tutubalina O.V.⁶

¹ Institute of Space Research Russian Academy of Science, bartalev@d902.iki.rssi.ru;

² Faculty of Geography, M.V. Lomonosov Moscow State University, egolubeva@gmail.com

³ R&D Centre Scanex, ; zimin@scanex.ru;

⁴ Institute of Geography Russian Academy of Sciences, a.a.medvedeff@gmail.com;

⁵ Scott Polar Research Institute, University of Cambridge; wgr2@cam.ac.uk;

⁶ Faculty of Geography, M.V. Lomonosov Moscow State University, olgatut@mail.ru

The article discusses the possibility of using indicators of the state of woody plants of the North, as indicators of the response of ecosystems to climatic changes that have occurred in recent decades. Climate change affects both directly and indirectly the conditions of forest growth, determining production processes, intensity of forest fires, outbreaks of pest reproduction and degradation of permafrost, which inhibit or, on the contrary, increase tree growth.

Changes in the parameters of the northern forests of Russia since 2000 are studied on the basis of different-time series of maps obtained from satellite images with a moderate-resolution spectroradiometer (MODIS). Weekly maps of leaf surface area index (LAI) are obtained, wood stock (from winter images), which are based on models linking the biophysical properties of vegetation by reflection and transmission of sunlight. The obtained models and maps are verified using ground-based measurements on model areas, including measurements of tree morphometric parameters, ground and unmanned surveys, which are then scaled using high resolution satellite images to MODIS medium resolution maps. Model sites are located in the central part of the Kola Peninsula of Russia (Murmansk region).

According to the data of UAV and ground-based measurements, allometric formulas were obtained for estimating the phytomass of tree stands in the center of the Kola Peninsula by their height and closeness. Scaling techniques have been developed for comparing the obtained data with maps of woody phytomass and LAI obtained from MODIS images for 2000-2018.

This research is funded by the British Council (Institutional Links grant no. 352397111) and the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (grant agreement no. 14.616.21.0099 dated 27 February 2018, project RFMEFI61618X0099).