

Второй задачей являлся поиск безоблачных снимков и расчет спектральных индексов NDVI, SWVI и NBR для участка вырубki или гари (Ершов и др. 2017). Данный алгоритм был реализован на интернет платформе Google Earth Engine. Алгоритм состоит из следующих шагов: поиск снимков, фильтрация снимков по временным критериям и критериям облачности, исключение снимков, где объект закрыт облачностью, расчет спектральных индексов.

Результаты анализа индексов SWVI и NBR можно разделить на три группы:

1. объекты, не переведённые в лесопокрытую площадь;
2. объекты, переведенные в лесопокрытую площадь, имеющие процент восстановления индекса менее 80;
3. объекты, переведенные в лесопокрытую площадь, имеющие процент восстановления индекса более 80.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Potapov P. V., Turubanova S. A., Tyukavina, A., Krylov, A. M., McCarty, J. L., Radeloff, V. C., & Hansen, M. C. (2015). Eastern Europe's forest cover dynamics from 1985 to 2012 quantified from the full Landsat archive // *Remote Sensing of Environment*, 159, 28–43.
2. Prishchepov, A. V., Müller, D., Dubinin, M., Baumann, M., & Radeloff, V. C. (2013). Determinants of agricultural land abandonment in post-Soviet European Russia // *Land Use Policy*, 30(1), 873–884.
3. Ершов, Д. В., Бурцева, В. С., Гаврилюк, Е. А., Королева, Н. В., & Алейников, А. А. (2017). Диагностика современного сукцессионного состояния лесных экосистем Печоро-Илычского заповедника по спутниковым тематическим продуктам // «Лесоведение». Лесоведение, (5), 3–15.

### **MULTI-TEMPORAL ANALYSIS OF REFORESTATION ON CUTTING AND BURNED AREAS IN THE ARKHANGELSK REGION USING THE SPECTRAL INDEXES NDVI, SWVI, NBR**

KARPOV A. A.<sup>1,2</sup>, VORONIN V. V.<sup>2</sup>, PIRTSKHALAVA N. R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> NORTHERN (ARCTIC) FEDERAL UNIVERSITY NAMED AFTER LOMONOSOV

<sup>2</sup> NORTHERN RESEARCH INSTITUTE OF FORESTRY

The report provides multi-temporal analysis of the dynamics of spectral indices NDVI, SWVI and NBR using satellite imagery Landsat for the cutting and burned areas, which located on the territory of the Arkhangelsk region. This analysis is important for the development of methods for transferring non-forest to forest cover lands. For the analysis, sixty reforestation objects were used, on which trial areas were previously laid. The result of the analysis was to find the threshold for the transfer of land to forest cover land using spectral indices.

УДК 528.88

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДДЗ В ИССЛЕДОВАНИИ ПРОЦЕССОВ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ В МЕЖГОРНЫХ КОТЛОВИНАХ КРЫМА**

Е.С. КАШИРИНА<sup>1</sup>, Е.И. ГОЛУБЕВА<sup>2</sup>, А.А. НОВИКОВ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФИЛИАЛ МГУ В Г. СЕВАСТОПОЛЕ

<sup>2</sup> МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА

В докладе представлены результаты исследования процессов лесовосстановления в межгорных котловинах на примере юго-западной части Крымских гор. Для оценки интенсивности процессов разрастания сельскохозяйственных угодий рассчитан NDVI и запасы наземной фитомассы, выполнены геоботанические описания. Уве-

личение NDVI с 2001 по 2017 гг. составило 0,16-0,29. Формируется низкопродуктивное травяное сообщество с преобладанием культурных видов (яблоня, слива и др.) в древесном ярусе.

Сельскохозяйственная деятельность человека приводит к значительной трансформации растительности и формированию агроценозов. Однако, при снижении антропогенной нагрузки сельскохозяйственные угодья зарастают, в том числе кустарниками и деревьями – происходит восстановление лесов. Активные процессы лесовосстановления после прекращения сельскохозяйственного использования наблюдают в межгорных котловинах (Грачева и др., 2017).

В качестве объектов исследования выбраны межгорные котловины Крымских гор – Байдарская и Варнутская, расположенные в юго-западной части Крымского полуострова, между внутренней и главной грядой горной системы. Обе долины длительное время использовались для выпаса скота и пашни. Ключевые участки изучения зарастаний сельскохозяйственных угодий в Байдарской (участки 1 - 4) и Варнутской (участки 5 - 13) долинах расположены возле границ леса и на расстоянии 1,5 км от леса. На основе данных дистанционного зондирования рассчитан NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) с 2001 по 2017 гг., выполнены геоботанические описания. Наземная фитомасса определена путем укосов с дальнейшим высушиванием и пересчетом в абсолютно сухой вес.

Сельскохозяйственные угодья, которые длительное время (10-25 лет), не подвергались распашке, сенокошению и интенсивному выпасу, постепенно зарастают. Процессы зарастания неравномерно протекают на разных участках Байдарской и Варнутской долин. В Варнутской долине наблюдается зарастание полей садовыми деревьями и наступление лесной растительности в краевой части бывших пастбищ и пашни. По всему периметру обследуемой территории граница леса нечеткая, на опушках происходит зарастание лесными видами кустарников (кизил красный, жасмин крымский) и подростом деревьев, составляющих лесные сообщества склонов: грабинника, дуба пушистого, можжевельника колючего. На участки луговых степей в Байдарской долине наступает сорная растительность (около 300 м над у.м.), где на заброшенных сельскохозяйственных угодьях сформировались залежи и пустоши.

Анализируя пространственные особенности растительности бывших пастбищ и пашни Байдарской и Варнутской долин, по стадиям зарастания нами выделены три типа растительных сообществ, отражающие сукцессионные и динамические процессы: I – угодья, заброшенные менее 10 лет назад с разнотравно-злаковыми, местами луговыми, степями; II – угодья, заброшенные приблизительно от 10 до 20 лет с разреженными кустарниками и подростом деревьев (до 1 м); III – угодья, заброшенные более 20 лет назад с древесно-кустарниковыми сообществами высотой деревьев до 5-7 м.

Участки залежей с деревьями высотой более 5 м характеризуются повышением NDVI в среднем на 0,2 по сравнению с прилегающими угодьями. Также, заметна разница между NDVI, полученным по снимкам 2001 и 2017 гг. – показатель увеличился на 0,16-0,29. Обобщая данные натурных исследований и дистанционного зондирования заметно, что наземная фитомасса сообществ при зарастании угодий увеличивается. Запасы наземной фитомассы постагрогенных травяных сообществ не превышают 2 т/га, что ниже продуктивности травяных сообществ Гераклейского полуострова с более засушливыми условиями и степных сообществ Крыма. При зарастании формируется низкопродуктивное сообщество.

В целом, пространственные особенности лесовосстановления в межгорных котловинах Крыма заключаются в незначительном изменении границы леса (до 5 м) и формировании сообществ из культурных растений (яблоня, слива и др.) в древесном ярусе с подлеском из лесных кустарников (терн, кизил и др.) на обширных залежах. Степень зарастания может быть оценена по расчетному индексу NDVI.

Работа (частично) выполнена при поддержке проекта РФФИ № 18-05-60221 Арктика.

#### ЛИТЕРАТУРА

Грачева Р.Г., Белоновская Е.А., Виноградова В.В., Шоржунов И.Г. Конвергенция растительного покрова и почв постагрогенных экосистем межгорных котловин Центрального Кавказа // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2017. № 6. С. 103–113.

#### USING OF REMOTE SENSING DATA IN THE RESEARCH OF FOREST-RESTORATION PROCESSES IN INTERMOUNTAIN BASIN OF THE CRIMEA

E.S. KASHIRINA<sup>1</sup>, E.I. GOLUBEVA<sup>2</sup>, A.A. NOVIKOV<sup>1</sup>

<sup>1</sup>BRANCH OF MSU IN SEVASTOPOL  
2LOMONOSOV MOSCOW STATE UNIVERSITY

The report presents the results of a study of reforestation processes in intermountain basins using the example of the southwestern part of the Crimean Mountains. To assess the intensity of the growth of agricultural land NDVI and reserves of terrestrial phytomass calculated, geobotanical descriptions were made. NDVI from 2001 to 2017 increased by 0.16-0.29. Low-productive herbal community with a predominance of cultivated species (apple, plum, etc.) in the tree layer is formed.

#### ЛАНДШАФТНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ ЛЕСОВ НА МАТЕРИАЛАХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Д.М. КИРЕЕВ, В.Л. СЕРГЕЕВА

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ С.М. КИРОВА

Материалы дистанционного зондирования Земли являются одним из основных источников оценки экологических режимов лесов России. Для выявления природных территориальных комплексов лесов использованы ландшафтные и экологические индикаторы.

Основные компоненты и элементы ландшафта взаимосвязаны и образуют единства (Галкина, 1955; Солнцев, 1968). Поэтому при ландшафтно-морфологическом анализе они ис-