

ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ИНДЕКСОВ ДЛЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ЛЕСНЫХ ВЫРУБОК

К. Я. Лис¹⁾, Д. А. Кислицын²⁾

¹⁾ *Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь, email: lis.lis-karina@yandex.ru*

²⁾ *Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь, email: dimas_13082000@mail.ru*

В статье изложены прикладные аспекты использования спектрального индекса VARI и его разницы за 5-летний период, а также индекса NDVI для картографирования сплошных рубок в рамках сельсоветов Лоевского района Гомельской области на основе космических снимков Sentinel-2. Для повышения уровня точности использованы геометрические критерии, учитывающие соотношения периметра и площади векторных контуров.

Ключевые слова: спектральные индексы; лесные вырубки; геоинформационное картографирование; Лоевский район; геометрические критерии.

APPLIED ASPECTS OF USING SPECTRAL INDICES FOR MAPPING FOREST CUTTINGS

K. Y. Lis¹⁾, D. A. Kislitsyn²⁾

¹⁾ *Belarusian State University, Nezavisimosti Av., 4, 220030, Minsk, Belarus, email: lis.lis-karina@yandex.ru*

²⁾ *Belarusian State University, Nezavisimosti Av., 4, 220030, Minsk, Belarus, email: dimas_13082000@mail.ru*

The paper presents applied aspects of using the VARI spectral index and its difference over a 5-year period, as well as the NDVI index for mapping forest cuttings within the selsoviets of Loev district of Gomel region based on Sentinel-2 space images. To improve the accuracy level, geometric criteria were used, taking into account the ratios of perimeter and area of vector contours.

Keywords: spectral indices; forest cuttings; geoinformation mapping; Loev district; geometric criteria.

Многие государственные и частные лесохозяйственные организации и агентства сегодня используют геопространственные технологии, такие как ГИС (геоинформационные системы) и спутниковые снимки для анализа, оценки и управление лесными ресурсами.

Для картографирования лесных вырубок необходимы методы получения, анализа и отображения пространственной информации своевременным и экономически эффективным способом.

Таким образом, разработка и совершенствование методики картографирования лесных вырубок на основе расчета спектральных индексов является актуальным направлением исследования.

Цель исследования – картографирование и анализ пространственного распределения сплошных рубок на территории Лоевского района, на основе расчета спектральных индексов.

Исследуемая территория представлена Лоевским районом Гомельской области, общая площадь которого составляет 1039,31 км². Космические снимки Sentinel-2 с уровнем обработки L2A (даты съемки: 26.05.2018 г. и 20.05.2023 г.) и векторные полигональные слои типов землепользования и границ сельсоветов, которые получены на основе OpenStreetMap, использованы в качестве исходных данных.

Следует отметить, что идентификация и картографирование лесных вырубок может основываться не только на анализе спектральных индексов [1], но и на результатах автоматизированного дешифрирования космических снимков [2]. Для расчета спектральных индексов VARI и NDVI выполнено синтезирование космических снимков на основе каналов NIR, Red, Green, Blue, пространственное разрешение которых составляет 10 м. Использование функции «Изображение – Индексы» в ArcGIS Pro позволяет автоматизировать процесс создания индексных изображений.

Вычисление разницы индекса устойчивости к видимой атмосфере (VARI) выполнено на основе использования инструмента «Калькулятор растра» и является основным этапом для анализа изменения уровня вегетации в конце мая за период с 2018 по 2023 гг. Сплошные рубки характеризуются значением индекса VARI менее 0 на основе снимка Sentinel-2 за 20 мая 2023 г. и показателем его разницы (dVARI) менее -0,05, что свидетельствует об уменьшении индекса VARI в 2023 г. по сравнению с 2018 г. Следует отметить, что снижение уровня вегетации характерно не только для лесных вырубок, но и для некоторых контуров пахотных земель, где произошла смена сельскохозяйственных культур в рамках севооборотов.

Пространственное пересечение растров, соответствующих индексным критериям (VARI, dVARI), и растрового слоя лесных земель, основанного на данных из OpenStreetMap, необходимо для учета информации об индексных критериях только в рамках лесных экосистем. Минимальная площадь контуров сплошных рубок, которая может достоверно идентифицироваться на основе космических снимков Sentinel-2, составляет 0,25 га, поэтому участки с меньшей площадью удалены путем применения ин-

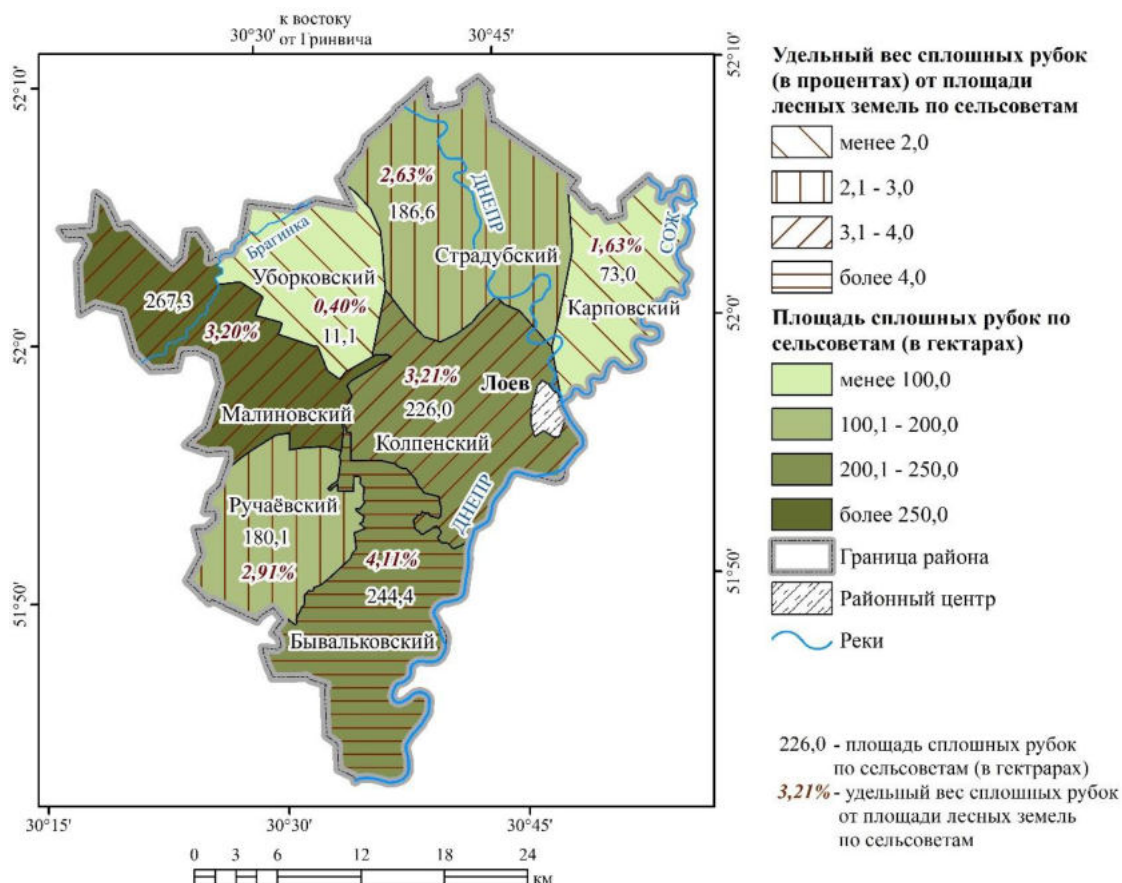
струментов «Группировка» и «Извлечь по атрибутам». Затем проведена генерализация полученных контуров и выполнена их конвертация в векторный формат. Заполнение небольших участков внутри крупных полигональных объектов и геометрическая генерализация векторного слоя основаны на применении различных инструментов в среде ArcGIS.

Следует отметить, что использование индекса VARI и его разницы позволяет учесть спектральные каналы только видимого диапазона [3], поэтому дополнительное применение индекса NDVI улучшает степень достоверности за счет анализа спектральной яркости в ближнем инфракрасном канале. Так, небольшие контуры, расположенные в пределах закустаренной поймы, а также отдельные участки вырубок, которые были проведены до 2018 года, ошибочно идентифицированы как сплошные рубки при использовании индексных критериев VARI и dVARI. Расчет средних и максимальных значений индекса NDVI (по данным снимка Sentinel-2 за 20 мая 2023 г.) в рамках каждого векторного контура выполнен с помощью инструмента «Зональная статистика в таблицу». Для контуров сплошных рубок средние значения NDVI не превышают 0,31, а максимальные значения NDVI составляют менее 0,44.

Использование геометрических критериев позволит минимизировать количество ошибочно идентифицированных контуров, которые не относятся к сплошным рубкам, а представляют собой новые широкие просеки или наиболее крупные полосы выборочных рубок. Анализ формы контуров выполнен на основе двух геометрических критериев: первый – отношение периметра к площади, умноженное на 100; а второй – отношение периметра к площади, которая взята в квадратный корень. Для сплошных рубок не характерна вытянутая форма, поэтому значения первого и второго геометрических критериев для контуров данного класса объектов составляют менее 6,5 и менее 5,0 соответственно. Выделенные участки сплошных рубок должны одновременно соответствовать двум геометрическим критериям. Затем выполняется экспорт выбранных контуров в новый класс пространственных объектов, что необходимо для анализа распределения сплошных рубок в рамках сельсоветов Лоевского района.

Общая площадь сплошных рубок на территории Лоевского района, полученная на основе представленной методики, составила 1188,5 га. Удельный вес сплошных рубок от общей площади лесных земель для исследуемой территории составляет 2,84 %.

Большая часть сельсоветов Лоевского района характеризуется высокой площадью сплошных рубок (более 175,0 га). Сплошные рубки имеют существенный диапазон по общей площади контуров: от 11,1 до 267,3 га, что обусловлено уровнем лесистости территории (рисунок).



Карта пространственного распределения сплошных рубок по сельсоветам Лоевского района за период с 2018 по 2023 гг.

Наибольшая площадь сплошных рубок характерна для Малиновского сельсовета, расположенного в западной части территории исследования. Наименьшая площадь характерна для Уборковского сельсовета на северо-западе Лоевского района.

В среднем по сельсоветам сплошные рубки составляют около 2,58 % от площади лесных земель, а в рамках исследуемой территории данный показатель варьируется от 0,40 % до 4,11 % для Уборковского и Бывальковского сельсоветов соответственно. Для 5 сельсоветов, имеющих площадь сплошных рубок более 100,0 га, удельный вес вырубок от общей площади лесных земель составляет от 2,63 % до 4,11 %. Удельный вес сплошных рубок от общей площади лесных земель зависит от ряда факторов таких как степень лесистости территории, площадь и степень распространения лесных вырубок.

Таким образом, для картографирования лесных вырубок использован индекс VARI и его разница (dVARI) за 5-летний период, рассчитанные на основе космических снимков Sentinel-2. Повышение уровня точности вы-

полнено на основе индекса NDVI, который улучшил степень достоверности за счет анализа спектральной яркости в ближнем инфракрасном канале. Применение геометрических критериев позволило устранить погрешности, связанные с идентификацией участков выборочных рубок, которые не являются сплошными. Степень достоверности при идентификации сплошных рубок превысила 85 %.

Библиографические ссылки

1. *Тарасов А. В.* Применение оперативного картографирования при ведении лесохозяйственной деятельности // Географический вестник. 2019. №3 (50). С. 134–145.
2. *Сидельник Н. Я., Пушкин А. А., Ковалевский С. В.* Тематическое дешифрирование поврежденных лесных насаждений по данным дистанционного зондирования с использованием ГИС-технологий // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2017. № 49. С. 42–46.
3. Галерея индексов ArcGIS Pro [Электронный ресурс]. URL: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/help/data/imagery/indices-gallery.htm> (дата обращения: 10.10.2024).