

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОДНОГО СОСТАВА ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ SENTINEL-2

К. Я. Лис

кафедра геодезии и космоаэрокартографии факультета географии и геоинформатики
Белорусского государственного университета, г. Минск, liskarina72@gmail.com

А. А. Топаз

кандидат географических наук, доцент кафедры геодезии и космоаэрокартографии
факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета

Территория заказника «Оброво» представляет собой сложный лесной природный комплекс. В ходе работы создана карта-схема породного состава лесной растительности для территории заказника «Оброво» на основе данных дистанционного зондирования Земли и с использованием программных комплексов ESA SNAP, ENVI 5.3 и ArcGIS10.3. Данная система действий реализует наиболее актуальные подходы к обработке и получению информации из данных ДЗЗ. Приведенный процесс создания карты-схемы породного состава лесной растительности для территории заказника «Оброво» ориентирован на осуществление деятельности по дифференциации и картографированию лесных ресурсов. Данный алгоритм может быть успешно применен и на других объектах исследования.

Ключевые слова: данные дистанционного зондирования; космические снимки; породный состав лесной растительности; спектральные индексные показатели; Sentinel-2 A-B.

В Республике Беларусь леса являются одним из основных возобновляемых природных ресурсов и важнейших национальных богатств. Леса и лесные ресурсы имеют большое значение для устойчивого социально-экономического развития страны, обеспечения ее экономической, энергетической, экологической и продовольственной безопасности.

Рассматриваемая проблематика имеет важное значение для лесного хозяйства Республики Беларусь. На современном этапе органам лесного и лесопаркового хозяйства для устойчивого и эффективного управления лесами необходима постоянно поступающая актуальная и объективная информация о состоянии и динамике лесных экосистем.

Цель наших исследований заключалась в изучении возможности использования спектральных индексных показателей для определения породного состава лесной растительности по спутниковым данным Sentinel-2 A-B.

Для достижения данной цели потребовалось решение следующих задач:

- изучить возможности использования данных ДЗЗ как основы для актуального мониторинга и картографирования лесной растительности;
- создать эталоны по материалам аэросъемки высокого пространственного разрешения;

– изучить вопрос применения, а также рассчитать и проанализировать вегетационные индексы для дифференциации породного состава лесной растительности;

– верифицировать полученные результаты путем создания карты-схемы породного состава на территорию исследования и сравнить с данными лесоустройства.

В качестве объекта исследования для изучения возможности использования спектральных индексных показателей для дифференциации породного состава лесной растительности по спутниковым данным Sentinel-2 A-B была выбрана территория заказника «Оброво», представляющая собой сложный лесной природный комплекс.

Развитие технологий приносит свои плоды, поэтому в последнее время многие проблемы, связанные с лесным хозяйством, удаётся решать качественно и своевременно. Огромную пользу приносит дистанционное зондирование. Снимки из космоса используются часто и, по сути, они являются основным механизмом и инструментом для оценки и профилактики состояния леса [1].

Несмотря на отсутствие панхроматического канала, данные со спутников Sentinel-2 A-B обладают наилучшим соотношением пространственных, спектральных и временных показателей среди спутниковых данных ДЗЗ, находящихся в открытом доступе [4].

Современная оптико-электронная съёмочная аппаратура обеспечивает данными ДЗЗ в видимом и инфракрасном диапазонах спектра. Яркость пикселей в различных спектральных диапазонах зависит от особенностей отражения данным объектом местности электромагнитного излучения в конкретном диапазоне [3]. В целом, зональный снимок способен отобразить характеристики элементов ландшафта, что используется при интерпретации классов земной поверхности и мониторинге окружающей среды. Для отображения и дешифрирования лесной растительности наилучшим решением будет использование красного, инфракрасного или зеленого каналов.

Более полную информацию о ситуации на местности несут в себе индексные изображения. Среди всего множества спектральных индексов наибольший интерес для дифференциации породного состава лесной растительности представляют вегетационные индексы [2]. На основе анализа литературных источников для расчета и дальнейшей визуальной оценки информативности вегетационных индексов в целях дифференциации породного состава лесной растительности были рассчитаны спектральные индексные показатели (DVI, Simple Ratio, TSR, NDVI, TNDVI, ARVI, EVI), различающиеся по сложности вычисления. В ходе визуального анализа результирующих изображений расчета индексов установлено, что наилучшими индексными показателями при дифференциации растительности по породному составу на уровне отдельных выделов по данным Sentinel-2 A-B является расширенный индекс озелененности EVI, поскольку он

обеспечивает детальное отделение лиственных пород на фоне доминирующих хвойных, а также предоставляет возможность дифференцировать лиственные породы на мелколиственные (береза) и широколиственные (граб, дуб). EVI и другие спектральные вегетационные индексы не являются идеальными показателями растительной биомассы, но при тщательном анализе они могут быть эффективными при дифференциации породного состава лесной растительности (рисунок 1).

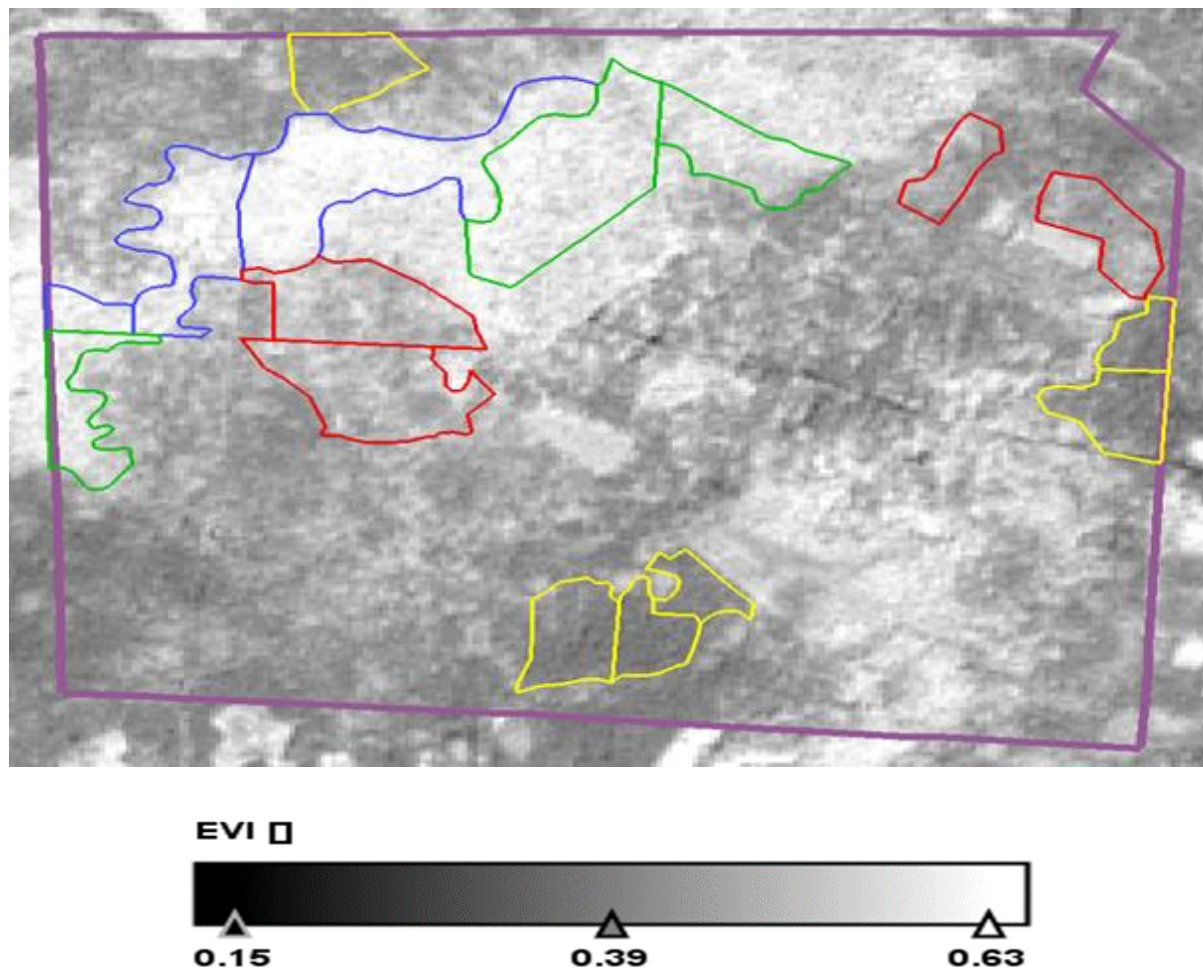


Рис. 1. Результирующий файл вычисления расширенного индекса озелененности (EVI) с выделенными границами произрастания различных древесных пород (желтый – сосна, синий – граб, зеленый – дуб, красный – береза), фиолетовый – граница заказника «Оброво»

Созданные маски для обучения по материалам аэросъемки высокого пространственного разрешения позволили обеспечить высокую точность эталонов. Они являются неотъемлемой частью на этапе выполнения контролируемой (с обучением) классификации, необходимой для дальнейшего создания карт-схемы породного состава лесной растительности на территорию заказника «Оброво» по материалам космической съемки Sentinel-2 A-B.

Классификация изображений является важной частью дистанционного зондирования, анализа изображений и распознавания образов. Из возможных вариантов контролируемой (с обучением) классификации был выбран метод расстояний Махаланобиса. Преимущество данного метода классификации заключается в учете нескольких переменных, которые коррелируют друг с другом. На основе данных выполненной классификации была составлена и оформлена карта-схема породного состава лесной растительности на территории заказника «Оброво» (рисунок 2).

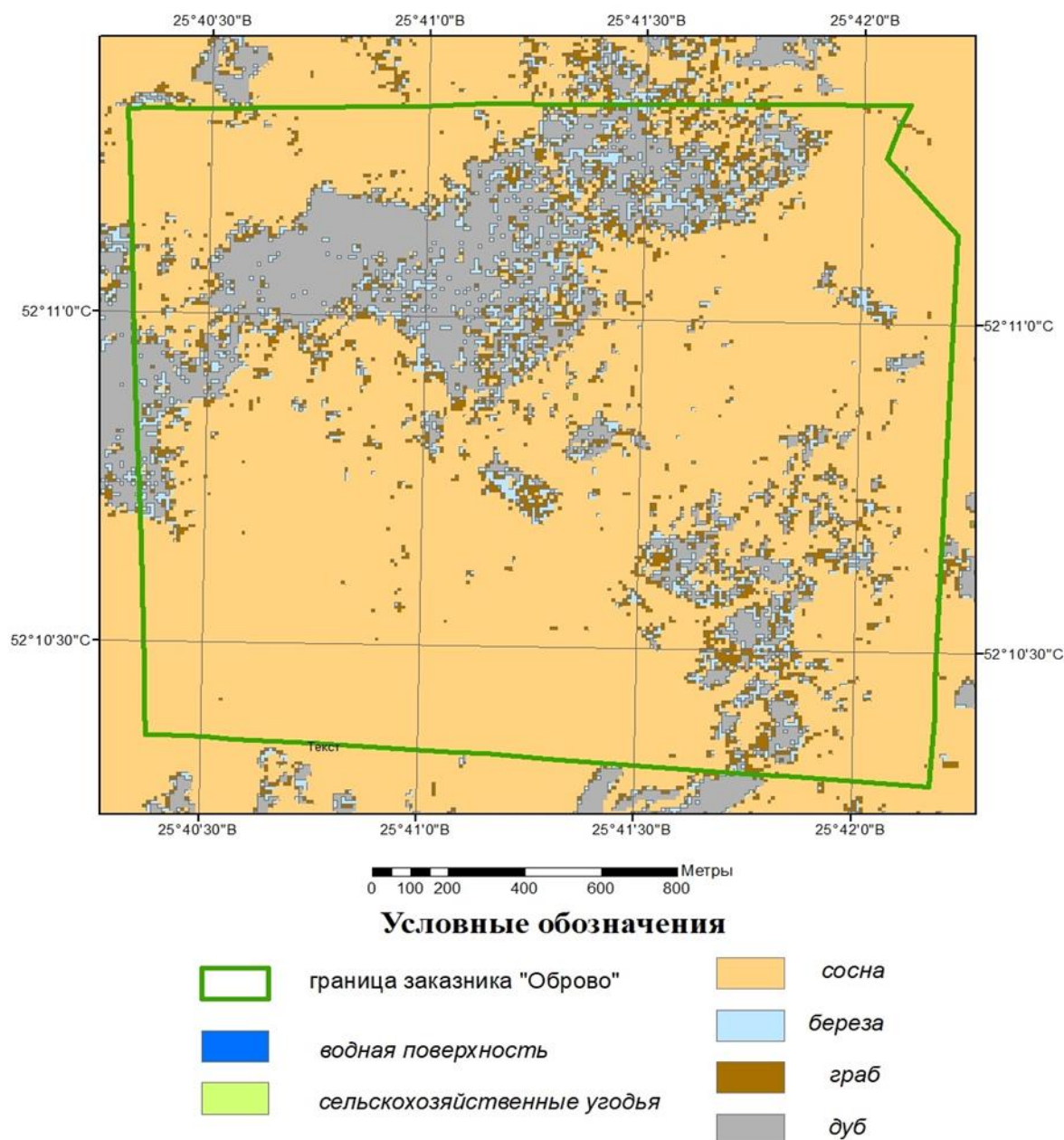


Рис. 2. Карта-схема породного состава лесной растительности для территории заказника «Оброво» по материалам космической съемки Sentinel-2 на 15.07.2021 г.

Анализируя составленную в ходе исследования карта-схему породного состава лесной растительности для территории заказника «Оброво», полученную по материалам космической съемки Sentinel-2, и сопоставив ее с материалами лесоустройства, следует отметить, что граница сосны имеет детальную схожесть на обоих источниках, границы лиственных пород (березы, дуба и граба) имеют схожий характер расположения, но наблюдается ряд различий. Это можно объяснить тем, что участки с произрастанием березы имеют вегетационный индекс ниже, чем на территории с произрастающими дубами и грабами, но выше, чем на участках сосновых лесов. Оценивая применимость данного методического подхода, включающего использование алгоритма машинного обучения для картографирования лесов, необходимо отметить, что точность создаваемых карт зависит от качества и объема обучающей выборки. На снимках с разрешением 10 м спектральная информация одного пиксела – это сложная комбинация излучения, отраженного от нескольких деревьев, возможно, разных пород, и от подстилающей поверхности. Кроме того, поскольку для подготовки эталонных участков был использован план лесонасаждений Бородницкого лесничества ГЛХУ «Пинский лесхоз», где показатели приводятся на неоднородные по своему составу выделы, обучающие данные сложно назвать оптимальными. Несмотря на это, выполненный алгоритм позволяет создавать интерпретируемое картографическое изображение. Таким образом, полученные результаты дают основание полагать, что, применяя описанный методический подход к данным более высокого пространственного разрешения и выделяя экземпляры целевого класса с большей достоверностью, можно добиться еще более точной классификации.

Следует отметить значительный потенциал рассмотренной методики в связи с перспективной возможностью большого охвата территории, быстрого анализа при помощи компьютерных программ, снижения объема работ, выполняемых в полевых условиях, относительно недорогого и эффективного процесса создания картографических материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Алешко, Р.А. Разработка методики мониторинга состояния лесов на основе использования данных мультиспектральной космосъемки / Р.А. Алешко, А.П. Богданов. – ФБУ «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства». 2016. – 110 с.
2. Книжников, Ю.Ф. Аэрокосмические методы географических исследований / Ю.Ф. Книжников, В.И. Кравцова, О.В. Тутубалина. – М.: Изд. центр «Академия», 2004. – 336 с.
3. Топаз, А.А. Дешифрирование лесной растительности на основе спектральных индексов / А.А. Топаз, А.И. Волосяк // 83-й научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), 4–15 февраля 2019 г.: материалы конф. / Бел. гос. техн. ун. – Минск: БГТУ, 2019.
4. EO Browser Sentinel Hub [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>. – Дата доступа: 11.11.2022.