МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геоморфологии и геоэкологии

Дешифрирование видов древесно-кустарниковой растительности по данным дистанционного зондирования с помощью метода спектральных образов (на примере природного парка «Кумысная поляна»)

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 2 курса 246 группы

направления 05.04.06 - Экология и природопользование

географического факультета

Ленович Елены Валерьевны

Научный руководитель
старший преподаватель П.А. Шлапак

Зав. кафедрой
доцент, к.с-х.н., доцент В.А. Гусев

Саратов 2022

Введение. На сегодняшний день активное развитие экономики влечет за собой еще более активное использование природных ресурсов. В связи с этим, во всем мире появляется необходимость в совершенствовании оперативных методов мониторинга этих ресурсов. Самым оперативным и информативным методом в настоящее время является мультиспектральная и гиперспектральная дистанционная съемка. Минусом данного метода получения данных является большой массив получаемой информации, который подлежит обработке. Одним из передовых методов обработки является изучение спектральных характеристик, например, растительного покрова. Различия в яркостных характеристиках крон древесно-кустарниковой растительности в различных диапазонах спектра выступают отличительными свойствами разных видов.

Актуальность исследования. Лесные насаждения являются системообразующими компонентами ландшафта и являются индикаторами состояния окружающего мира, а также ценным природным ресурсом. Оперативное и объективное оценивание свойств лесных растений способствует рациональному их использованию, сохранению и воспроизводству. Различные методы обработки аэрокосмических данных, особенно автоматизированные, представляют собой мощный инструментарий для изучения лесной растительности. Данные дистанционного зондирования давно и успешно находят применение в отечественном лесном хозяйстве. Их использование послужило началом, и используется по сегодняшний день при инвентаризации и картографировании лесов России, а также при осуществлении комплекса различных мероприятий для охраны лесов от пожаров, болезней и вредителей, при наблюдении за лесопользованием и его воспроизводством. Информация по породной структуре лесов, получаемая в результате инвентаризации и лесоустройства, имеет важное практическое и хозяйственное значение и необходима при решении различных экологических задач, таких как, например: экологическая оценка биоразнообразия экосистем и их биогеохимический обмен с атмосферой и другими компонентами геосистемы.

В связи с этим, *целью магистерской работы* является изучение спектральных характеристик различных видов древесно-кустарниковой растительности на примере природного парка «Кумысная поляна». Для достижения поставленной цели необходимо было решить *следующие задачи:*

-изучение существующих способов получения данных дистанционного зондирования;

- анализ методов дешифрирования древесно-кустарниковой растительности на основе данных ДЗЗ;

- получение и анализ спектральных образов различных видов древесно-кустарниковой растительности;

- создание классифицированного изображения на основе эталонных значений спектральных характеристик различных пород.

Материалы исследования. Основными источниками для написания работы послужили электронные ресурсы, литературные источники, учебно-методические материалы. Также в работе использовалось лицензионное программное обеспечение, предоставленное учебной лабораторией геоинформатики и тематического картографирования, и, находящееся в свободном доступе.

Магистерская работа состоит из 3 разделов, введения, заключения, списка использованных источников. Кроме того, практическая часть проиллюстрирована приложениями.

Основное содержание работы.

1 Дистанционное зондирование Земли

Первый раздел включает в себя определение целей и особенностей дистанционного зондирования Земли, области применения данных и процесс их получения, типы съемочных систем, а также характеристики и методы обработки дистанционной информации.

Дистанционное зондирование (ДЗЗ)– это процесс сбора информации об объекте, территории или явлении без прямого контакта с ним. Передача информации возможна благодаря силовым полям, естественным или

искусственно созданным. Благодаря настройке приёмника на конкретные значения излучения, датчиком фиксируется радиация от объекта. В результате этого процесса получается изображение (снимок), подлежащий дальнейшему анализу. Дистанционным зондированием называют все виды съемки, производимые неконтактным методом с различных аппаратов: самолетов, вертолетов, космических кораблей, спутников, судов и подводных лодок и т. д.

Использование дистанционного зондирования вошло практически во все сферы деятельности человека, став не просто наблюдательной основой, но и сформировало полноценную платформу информационного источника, как подсистему глобального информационного ресурса, а также стало механизмом для принятия управленческих решений в масштабах человечества. Понятно, что информация систем дистанционного зондирования является ограниченной по доступности, а алгоритмы и методы классификации применяются с использованием больших процессорных мощностей, а результат не всегда понятен без экспертного заключения. Названные вопросы будут постепенно решаться с развитием новейших технологий в науке. Легко анализируемые пространственные данные используются во многих прикладных социально значимых направлениях, Получение необходимых сведений позволяет выстроить пути ее формирования. Таким из вариантов является способ комбинирования данных и классификации снимков с помощью операций математической обработки.

Данные, полученные в результате дистанционного зондирования, не окончательный продукт, они требуют дальнейшей обработки, дешифрирования, анализа, и только потом их можно использовать конечному потребителю. Вследствие этого ДЗЗ практически всегда считается значительной, но в то же время составной частью информационной системы [1,2,3,4,5,6].

2 Дешифрирование данных дистанционного зондирования

Во втором разделе был рассмотрен процесс дешифрирования данных дистанционного зондирования, его понятия и особенности, а также сосновые

методы дешифрирования, такие как метод автоматизированных классификаций и метод спектральных индексов.

Одним из главных методов исследования территории является дешифрирование снимков, акваторий и атмосферных явлений на основе зависимости между разными свойствами объектов и характером, и их воспроизведения на полученных снимках. Дешифрирование подразумевает под собой обнаружение, интерпретацию, распознавание, а так же определение количественных и качественных характеристик объекта и отображение полученных результатов в цифровом, текстовом или же графическом (картографическом) форматах.

Существует несколько разных видов дешифровки снимков : общегеографическое (топографическое), ландшафтное и тематическое (геологическое, почвенное, лесное, гляциологическое, сельскохозяйственное и др.).

Дешифрирование может происходить как визуально, так и с помощью компьютерных средств, но это разделение условно, поскольку визуальная дешифровка может быть на основе фотоотпечатков или растров, представляющих собой пиксельные снимки, показанные с помощью экрана компьютера. Визуальная идентификация объектов основана на знаниях их дешифровочных признаков, а глубина их интерпретации сильно зависит от подготовки дешифратора. Компьютерное дешифрирование включает в себя методы автоматической классификации объектов исследования. Методы интерактивного дешифрования материалов аэрокосмической съемки базируются на рациональной совокупности знаний, опыта и потенциалов дешифровщика, а также возможностей компьютерной техники. Простейший пример, этого использование метода дешифровки изображения на экране ПК.

На снимках объекты различаются по дешифровочным признакам, которые разделяются на прямые и косвенные. Форма, размер, цвет, тон, тени и рисунок относят к прямым признакам. Косвенными же являются местоположение объекта, географическое соседство, следы взаимодействия

окружающей среды. При косвенной дешифровке, основанной на объективной связи и взаимосвязи объектов, явления, дешифратор на снимке выявляет не сам объект, а его показатели - индикаторы. Такое дешифрирование называется индикационным, а его географическим основанием выступает индикационное ландшафтоведение. Особенно велика его роль в том случае, когда значение прямых признаков теряется из-за сильно генерализированных данных. При этом создаются специальные таблицы индикаторов, где каждый тип или состояние признака указан в соответствии с видом объекта индикации. Такую методику внимательно изучают, к примеру, при гидрогеологическом дешифрировании, когда в зависимости от распространения растительности определяются не только его наличие, а глубина залегания и минерализация грунтовых вод. Индикационное дешифрирование позволяет перейти от пространственных параметров к временным характеристикам. На основании пространственно-временных рядов появляется возможность определить относительную длительность процесса и его стадию развития [1,2,3,4,5,6].

3 Дешифрирование лесной растительности

Третий раздел направлен на анализ процесса дешифрирования древесно-кустарниковой растительности и его особенностей, рассмотрение истории применения методов ДЗЗ в лесном хозяйстве, а также на использование автоматизированных методов классификаций лесной растительности по данным дистанционного зондирования.

Дешифрирование различных пород лесной растительности представляет собой сложную задачу, так как видимые различия минимальны. В основном распознавание происходит исходя из различий в цвете, микроструктуре и приуроченности к типам условий. Полноту и группы удается различать лишь благодаря различиям микроструктуры полога и статистическим данным. Остальные таксационные показатели рассчитываются на основе взаимосвязей различных показателей.

Спектральная отражательная способность в нашем исследовании используется в качестве индикационного признака при дешифрировании

растительности. Различия в яркостных характеристиках крон древесно-кустарниковой растительности в различных диапазонах спектра выступают отличительными свойствами разных видов.

Исходными данными для нашего исследования были выбраны гиперспектральные снимки спутника Sentinel-2. Были выбраны два временных периода: конец весны - лето и конец лета – осень, так как данные временные диапазоны обеспечивают максимальные различия в спектральных характеристиках разных видов древесно-кустарниковой растительности, а также устойчивое состояние лиственного растительного покрова. Получены снимки от 27 мая 2021 года, а также снимки от 11 сентября 2021 года. Данные имеют нулевой или почти нулевой (0,5) процент облачного покрова. Для упрощения работы со снимками, было принято решение перепроецировать все данные из WGS 84 зона 38N (32638) в проекцию Гаусса – Крюгера зона 8 (28408).

Данные о таксации природного парка «Кумысная поляна» составлены автором по фондовым материалам лаборатории геоинформатики и тематического картографирования Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского. Для анализа спектральных яркостей были выбраны и оцифрованы полигоны с содержанием выбранной породы десять единиц, для того, чтобы мы могли анализировать всю совокупность диапазонов спектральных характеристик. Исходя из наших данных, возможность создания таких диапазонов имелась у основных доминирующих пород, таких как дуб низкоствольный (ДНН), дуб высокоствольный(ДНВ), липа (ЛП), осина (ОС), клен остролистый (КО), сосна (С), береза (Б), лиственница (Л). Для остальных пород данные не позволяли сделать выборку, так как выбираемая порода составляла менее 8 единиц, т.е. не являлась доминирующей в полигонах. Выбранные полигоны изображены в приложении А.

С помощью инструмента зональная статистика в программном продукте QGIS были построены кривые спектральной отражательной способности для

каждого полигона. Для каждого отдельного полигона было найдено среднее значение яркостной характеристики по каждому каналу, что позволило избежать экстремальных и не характерных значений. Вследствие этого мы имеем диапазоны значений по каждому спектральному каналу на каждый вид растительности, охватывая всю совокупность значений, характерных для выбранной породы.

В нашем исследовании совокупность значений яркостных характеристик в разных каналах, то есть вид кривой спектральной отражательной способности, выступает как отличительный признак.

Наибольший разброс значений происходит по каналам 8A,8,7,6,5. Это означает, что именно в этих каналах разница между различными породами будет максимальна. Благодаря этому мы можем создать собственный индекс А, который будет сочетать в себе каналы с наибольшей разницей величин. Индекс А основывается на увеличении значений тех каналов, в которых диапазон значений максимален. Благодаря функции «Стандартное отклонение» в программе MS Excel, было посчитано стандартное отклонение для каждого канала, характеризующегося мерой того, насколько широко разбросаны точки данных относительно среднего значения. Мы взяли средние значения этого показателя по типам пород и по временному промежутку. Вследствие этого, мы получили определенное значение для каждого канала по сезонам. Благодаря этим данным, мы получили два изображения индекса А за май и сентябрь 2021 года, представленных в приложениях Б и В.

Благодаря тому, что мы имеем диапазон значений в разных спектральных каналах на исследуемые породы, у нас появляется возможность создания классификации древесно-кустарниковой растительности. Оцифрованные нами полигоны, исходные в нашем исследовании, будут является эталонными значениями, то есть будут обучающими полигонами для выборки перед классификацией. Для удобства и более точных данных, было принято решение ограничить список пород, участвующих в будущей классификации. Отбор произведен на основе выборки: чем больше полигонов одной породы,

участвующих в исследовании, тем больше шанс правильности полученных ранее данных со спектральными кривыми, и больше шанс верно классифицировать данную породу. Вследствие этого, в процессе обучения классификации были выбраны лишь доминирующие породы на всей территории исследования, а именно: дуб низкоствольный, дуб высокоствольный, липа, осина и береза. Также классифицировать необходимо изображение, сочетающее в себе несколько каналов, которые, благодаря сложности дешифрирования разных пород, должны подчеркивать максимальные различия. Это означает, что для подходящего изображения необходимо сочетание 6,7 и 8А каналов. Именно сочетание данных каналов будет классифицировано в нашем исследовании.

Процесс обучения и самой классификации был произведен в программном обеспечении ГИС ArcGIS 10.4.1 [13]. Однако на этапе проверки обучающей выборки мы столкнулись с проблемой, не позволяющей произвести корректную классификацию: при задаче множества полигонов и исследуемых пяти пород происходит сильное пересечение классов. Эту проблему удалось решить с помощью уменьшения обучающей выборки на 30%. Это привело к уменьшению пересечений спектральных характеристик различных пород, а также к более четким границам будущих классов.

Для создания классифицированного изображения, после этапа проверки яркостных характеристик, необходимо выбрать метод, по которому будет происходить классификация. Благодаря тому, что сам процесс классифицирования проходит в ArcGIS, выбор методов ограничен функциями стандартного модуля Spatial Analyst. В связи с этим были выбраны 3 метода классификаций: метод максимального правдоподобия, опорных векторов и дендрограмм.

Программный модуль Spatial Analyst предусматривает создание точек оценки и расчет матрицы ошибок аппаратным путем. В качестве проверочных полевых «исходных» данных были взяты полигоны с содержанием классифицируемых пород 10-8. Было создано 100 точек оценки, распределение

которых произвольно, однако их количество для каждого класса пропорционально площади. В результате были получены матрицы ошибок для каждого классифицированного растра: для классификации по методу максимального правдоподобия матрицы ошибок изображены в приложении М, по методу опорных векторов – в приложении Н, по методу дендрограмм – в приложении П. Значения всех матриц ошибок не менее 0,64, что может считаться хорошим результатом всех классификаций. Лучший результат показал метод дендрограмм – 0,82 за май, что можно интерпретировать как очень хороший результат [1,2,3,7,8,9,10,11,12,13].

Заключение.

В данной работе были изучены существующие способы получения и обработки данных дистанционного зондирования земли, проанализированы методы дешифрирования древесно-кустарниковой растительности и история применения методов ДЗЗ для лесного хозяйства. В процессе исследования были рассмотрены вопросы, связанные с работой над различными источниками данных.

Результатами нашего исследования являются графики спектральных образов доминирующих древесных пород на территории природного парка «Кумысная поляна», собственный вегетационный индекс А, сочетающий в себе максимальные различия яркостных характеристик различных пород, карты классификаций за раннелетний и осенний периоды по методу максимального правдоподобия, опорных векторов и дендрограмм, а также их оценка с помощью матрицы ошибок, которая подтвердила результаты исследования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Сутырина, Е. Н. Дистанционное зондирование земли : учебное пособие / Е. Н. Сутырина. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. – 165 с.

2 Чабан, Л.Н. Автоматизированная обработка аэрокосмической информации при картографировании геопространственных данных: учебное

пособие / Л.Н. Чабан. – М. : МИИГАиК, 2013. – 96 с.

3 Опыт международного сотрудничества в сфере дистанционного зондирования земли: проблемы и перспективы / Д. Н. Панин, М. В. Карягина, Д. С. Малахова, Я. А. Салмина // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 1-1(91). – С. 53–56.

4 Шовенгердт, Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р.А. Шовенгердт. – М. : Техносфера, 2010. – 560 с.

5 Лурье, И.К. Теория и практика цифровой обработки изображений / И.К. Лурье, А.Г. Косиков. – М. : Научный мир, 2003. – 166 с.

6 Кашкин, В.Б. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений. / В.Б. Кашкин, А.И. Сухинин А.И.// Логос. – 2001. – С. 76–81.

7 Атрощенко, О. А. Дистанционные методы зондирования лесов и геоинформационные системы в лесном хозяйстве / О. А. Атрощенко, И. В. Толкач. – Минск. : БГТУ, 2003. –375 с.

8 Дмитриев, И.Д. Лесная аэрофотосъемка и авиация / И.Д. Дмитриев. – М. : Лесная промышленность, 1996. – 345 с.

9 Вуколова, И. А. ГИС-технологии в лесном хозяйстве : учебное пособие / И. А. Вуколова. — Пушкино : ГОУ ВИПКЛХ, 2008. – 79 с.

10 Вуколова, И. А. Государственная инвентаризация лесов : учебное пособие / И. А. Вуколова. — Пушкино: ГОУ ВИПКЛХ, 2008. – 53 с.

11 Белов, С. В. Аэрофотосъемка лесов / С. В. Белов; под ред. Н. И. Баранов. — М. : Изд-во АН СССР, 1959. — 220 с.

12 Белов, С. В. Лесоводство : учебное пособие для вузов / С. В. Белов. — М. : Лесная промышленность, 1983. — 351 с.

13 ArcGIS Desktop [Электронный ресурс]: ESRI URL: https://desktop.arcgis.com/ru/ (дата обращения 20.01.2022). - Загл. с экрана. - Яз. англ.