

## ОПЫТ ЭЛЕКТРОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЗАПАДНЫХ МУНИЦИПАЛЬНЫХ РАЙОНОВ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С.А. Федорчук<sup>1</sup>, студент

Ш. Матвеев, лаборант-исследователь<sup>1</sup>, студент<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Волгоградский государственный университет

<sup>2</sup>ФНЦ агроэкологии РАН

(Россия, г. Волгоград)

DOI:10.24412/2500-1000-2022-3-2-76-80

**Аннотация.** Описана методика картографирования и базового геоинформационного анализа лесных насаждений с помощью данных дистанционного зондирования Земли высокого пространственного разрешения. Составлена обзорная карта лесных насаждений, произведена классификация лесных насаждений на естественные и искусственные, а также молодняки и кустарники. Произведено сравнение полученных данных по трем районам западной части Саратовской области с лесным планом.

**Ключевые слова:** Саратовская область, лесные насаждения, полуавтоматическая классификация, ГИС, ДЗЗ.

Под электронным картографированием лесных насаждений понимается выделение с помощью векторных слоев лесных насаждений всех видов с их последующей классификацией и геоинформационным анализом. Выделение лесных насаждений, как и других пространственных объектов, может производиться несколькими способами. Исходными данными для картографирования лесных насаждений являются данные дистанционного зондирования Земли высокого и сверхвысокого пространственного разрешения.

### Объекты и методы исследования

Для выявления физико-географических условий функционирования лесомелиоративных насаждений в агроландшафтах западной части Саратовской области была выбрана территория исследования, состоящая из 3 муниципальных районов, находящихся на западе Саратовской области. Площадь территории исследования составляет 4996 км<sup>2</sup>. Территория исследования состоит из следующих муниципальных образований Саратовской области:

1. Ртищевский район. Райцентр: город Ртищево. Площадь района: 2302,9 км<sup>2</sup>;

2. Романовский район. Райцентр: рабочий поселок Романовка. Площадь района: 1286,9 км<sup>2</sup>;

3. Турковский район. Райцентр: рабочий поселок Турки. Площадь района: 1407 км<sup>2</sup>.

Территория исследования является крупной для изучения лесомелиоративных комплексов, поэтому основными инструментами являются дистанционное зондирование Земли и геоинформационные системы. Для изучения пространственной структуры, а также физико-географических условий с помощью данных ДЗЗ нужны данные о необходимых сценах и снимках. В настоящее время наиболее точным и доступным является спутник Sentinel 2 [1]. Территория исследования состоит из 6 сцен Sentinel 2, а в системе кодировки состоит из следующих тайлов (Tile Number): T37UGU, T38UGT, T38UMC, T38ULD, T38ULC, T38ULD. На основе этих данных подготавливается база данных для составления обзорной космофотокарты. Процесс ее создания состоит из обработки спектрзональных снимков, а также создания на их основе мозаики космических снимков. Мозаика дополнительно обрабатывается для устранения переходов между изображениями. Главным параметром при создании таких мозаек является однородность всех снимков. Для этого задаются дополнительные параметры поиска, основными критериями которого является отсутствие облачности и прибли-

зительно одинаковые даты съемки. Для составления обзорной космофотокарты запада Саратовской области использовалось 6 сцен Sentinel 2A, безоблачные, дата съемки 25.08.2021 г. На основе этих данных производилась классификация лесных насаждений с помощью методики полуавтоматической контролируемой классификации.

Так как территория исследования является достаточно крупной (4996 км<sup>2</sup>), то в качестве исходных данных для картографирования выбраны данные высокого разрешения, а для уточнения пропусков – данные сверхвысокого пространственного разрешения. Непосредственно картографирование таких крупных площадей может выполняться с помощью автоматической классификации, однако такой способ даст максимально низкую точность результата [2]. Поэтому, для более точного результата, картографирование лесных насаждений западной части Саратовской области будет производиться с помощью совокупного использования полуавтоматической классификации и экспертного дешифрирования [3]. Сущность алгоритмов полуавтоматической классификации данных ДЗЗ состоит в экспертном дешифрировании максимально разнообразной выборки лесов по видам и типам. Чем больше исходная база данных, тем более точен будет результат классификации. База данных, составленная в результате экспертного дешифрирования, используется в качестве эталонов (ROI) для проведения классификации. Эталоны обрабатываются в автоматическом режиме, а результатом обработки является универсальная формула классификации (Spectral Signature Plot). Под универсальной формулой классификации понимается набор основных и корректирующих значений растра для каждого канала спектрального космического изображения. Методика классификации основывается на выделении значений и построению полигонов влияния Вороного, благодаря которым уникальные значения не повторяются и исключаются ошибки смежных значений растра. Результатом классификации являются сгенерированные векторные слои. Как и любой результат

машинного обучения, его нужно обработать. При выделении лесных насаждений алгоритмами полуавтоматической классификации спектральных данных ДЗЗ могут быть следующие артефакты и ошибки:

1. Ошибочное определение лесной растительности в пойменных ландшафтах. Из-за схожести спектральных характеристик, часты случаи идентификации водноболотной растительности как лесной. Решение этой проблемы кроется в удалении этих объектов.

2. Ошибочное определение лесной растительности в сезонных снимках на обрабатываемых полях. Из-за схожести фототона полевая растительность в активный период вегетации определяется как лес небольшими нерегулярными полигонами. Решение этой проблемы кроется в использовании снимков конца лета или начала осени.

3. Ошибочная идентификация береговой растительности в качестве лесной. Это самая распространенная погрешность полуавтоматической классификации. Решение этой проблемы – фильтрация и удаление таких объектов.

4. Ошибочная форма лесов в пойменных ландшафтах. Часты случаи, когда вместе с участком лесной растительности алгоритм захватывает участки тростниковой растительности. Решение этой проблемы – коррекция объектов инструментами обработки векторной геометрии.

5. Ошибочная форма близко расположенных лесных полос. Часты случаи, когда алгоритм соединяет вместе в один объект близко расположенные лесные полосы, захватывая при этом часть подлеска. Решение этой проблемы – обработка геометрии и разделение ошибочных полигонов.

6. Общие ошибки геометрии, которые необходимо идентифицировать и удалить. Идентификация ошибок векторной геометрии необходимо производить различными способами, существующими в ГИС. После этого необходимо исправить их. Этот этап обязателен после проведения любых полуавтоматических и автоматических классификаций, так как он гаранти-

рует точность и проведение дальнейшего геоинформационного анализа.

Общая методика идентификации и проверки результатов классификации основывается на базовых инструментах сеточной картографии. Вся территория исследования разбивается на квадраты. Проверка ведется по квадратам, а обработанные квадраты полностью закрашиваются. Такая методика позволяет не пропустить мелкие детали в огромных массивах пространственных данных, а также значительно ускоряет процесс обработки векторной и растровой графики.

### Результат исследования

В результате проведенного картографирования, включающего в себя полуавтоматическую классификацию данных дистанционного зондирования Земли высокого пространственного разрешения с последующей экспертной геоинформационной обработкой, на территории 3 муниципальных районов, расположенных на западе Саратовской области дешифрировано 53791,77 га лесных насаждений всех видов.

Классификация лесных насаждений производилась по следующим направлениям:

1. Леса естественные и искусственные;
2. Зрелые леса, а также молодняки и кустарники;
3. Мелколиственные, хвойные вечнозеленые, широколиственные леса;

### 4. Принадлежность к пойменным лесам.

Классификация проводилась путем экспертного дешифрирования, вместе с процессом обработки артефактов полуавтоматической классификации. Для быстроты процесса каждое направление классификации отражается в отдельном поле таблицы атрибутов. Уникальные значения полей были заданы заранее, а способ ввода в таблицу атрибутов был изменен на «карту значений». Таким образом при обработке векторного слоя, одновременно производилось присвоение значений в таблицу атрибутов, при этом у объекта появлялся уникальный стиль, заданный заранее правилами отображения. Таким образом, необработанные объекты четко прослеживались. Результат классификации на всей территории исследования имеет следующий вид. Общая площадь естественных лесов составляет 33202 га (61,7%), искусственных – 14634,8 га (27,2%). Зрелых лесов – 47837,4 га (88,9%). Молодняки и кустарники дешифрированы на 5954,3 га (11%). Мелколиственные леса дешифрированы на площади, равной 31529 га (58,6%). Широколиственные леса дешифрированы на площади, равной 13371,4 га (24,9%). Хвойные вечнозеленые леса имеют площадь 2936,3 га (5,45%). Пойменных лесов на территории исследования насчитывается 21032,5 га (39,1%). На основе полученных данных составлена карта лесов исследуемой территории (рис. 1).

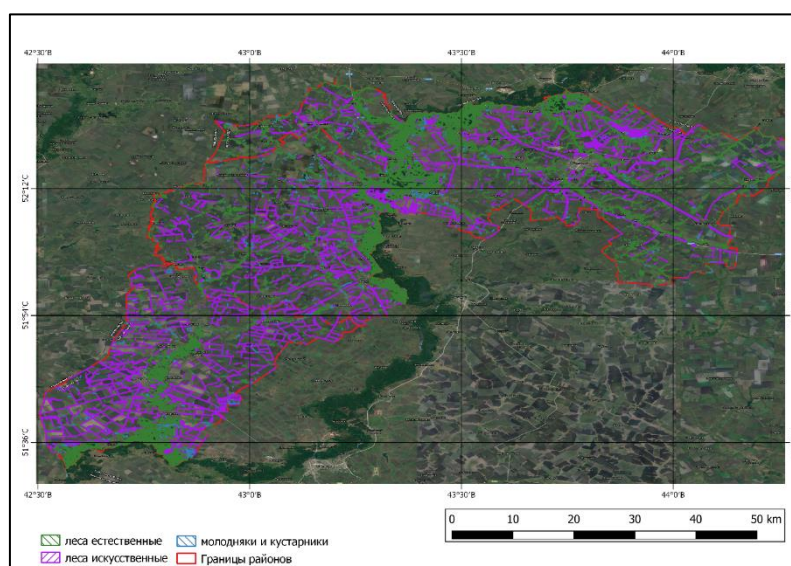


Рис. 1. Карта лесов исследуемой территории

С помощью геоинформационных инструментов зональной статистики выполнен анализ распределения площадей лесных насаждений в каждом муниципальном образовании исследуемой территории. Попутно, данные будут сравниваться с данными государственного лесного реестра на 1 января 2021 года [4]. Результат анализа следующий:

1. Ртищевский муниципальный район. Фактическая площадь лесных насаждений всех типов – 27195 га. Из них зрелых – 24057,7 га, молодняка – 3137,3 га. Общая площадь лесных насаждений на территории Макаровского лесничества – 18008 га, что на 33,5% меньше фактических данных.

2. Романовский муниципальный район. Фактическая площадь лесных насаждений всех типов – 14743,32 га. Из них зрелых – 12759,3 га, молодняка – 1984,02 га. Общая площадь лесных насаждений на территории Романовского лесничества – 11313 га, что на 23,2% меньше фактических данных.

3. Турковский муниципальный район. Фактическая площадь лесных насаждений всех типов – 11853,4 га. Из них зрелых – 11020,4 га, молодняка – 833. Общая площадь лесных насаждений на территории

Аркадакского и Макаровского лесничеств Турковского района – 8268 га, что на 30,2% меньше фактических данных.

#### **Заключение**

Предложенная методика картографирования лесных насаждений является наиболее рациональной с точки зрения временных и трудовых затрат. Использование полуавтоматической контролируемой классификации данных ДЗЗ позволяет добиться максимальной точности картографирования при всех её недостатках и артефактах. Решением проблемы неточностей может служить экспертное дешифрирование данных и фильтрация с попутным присвоением атрибутов.

Установлено, что на территории исследования, в пределах Ртищевского, Романовского и Турковского муниципальных районов Саратовской области наблюдается заметная разница в фактических и официальных данных государственного лесного реестра.

Данные, полученные в ходе исследования могут использоваться для комплексной экологической оценки территории, а также для коррекции данных государственного лесного реестра.

#### **Библиографический список**

1. Кошкин А.В. Автоматизация процесса получения данных ДЗЗ европейской космической программы Sentinel / А.В. Кошкин, А.А. Мазун, П.Е. Вдовых [и др.] // Молодежный научный форум: технические и математические науки. – 2017. – № 4 (44). – С. 90-96.
2. Кошелев А.В. Дешифрирование защитных лесных насаждений в агроландшафтах юга Приволжской возвышенности в пределах Волгоградской области / А.В. Кошелев, Н.А. Ткаченко // Проблемы природоохранной организации ландшафтов: материалы Международной научно-практической конференции. – Новочеркасск: Лик, 2016. – С. 192-197.
3. Опыт классификации космоснимка Landsat с помощью Semi-Automatic Classification Plugin в QGIS // GIS-Lab: официальный сайт. – 2012. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://gis-lab.info/qa/landsat\\_qgis\\_scp.html](https://gis-lab.info/qa/landsat_qgis_scp.html) (дата обращения 10.10.2021)
4. Предоставление выписки из государственного лесного реестра // Министерство природных ресурсов и экологии Саратовской области: официальный сайт. – 2021. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.minforest.saratov.gov.ru/reestr/> (дата обращения 15.10.2021).

**EXPERIENCE OF ELECTRONIC MAPPING OF FOREST PLANTATIONS OF THE WESTERN MUNICIPAL REGIONS OF THE SARATOV REGION**

**S.A. Fedorchuk**, *Student*

**S. Matveev**, *Research Laboratory Assistant<sup>1</sup>, Student<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>**Volgograd State University**

<sup>2</sup>**Federal Scientific Center of Agroecology RAS**

**(Russia, Volgograd)**

***Abstract.** A technique for mapping and basic geoinformation analysis of forest plantations using Earth remote sensing data of high spatial resolution is described. An overview map of forest plantations has been compiled, and forest plantations have been classified into natural and artificial, as well as young stands and shrubs. The obtained data for three districts of the western part of the Saratov region were compared with the forest plan.*

***Keywords:** Saratov region, forest plantations, semi-automatic classification, GIS, remote sensing.*