

ЛИТЕРАТУРА

1. Буга, С.В. Чужеродные виды в фауне Беларуси: краткий конспект лекций / С. В. Буга, Ф. В. Сауткин. – Минск: БГУ, 2019.
2. Гусев, А.П. Вторжение золотарника канадского (*Solidago canadensis* L.) в антропогенные ландшафты Беларуси // Российский Журнал Биологических Инвазий, 2017, № 4. – С.28–35.
3. Прохоров, В.Н. Золотарник канадский (*Solidago canadensis* L.): биологические особенности, хозяйственное использование и меры ограничения распространения / В.Н. Прохоров, Н.А. Ламан, // Ботаника (исследования), 2018, вып.47. – С.150–168.
4. Мотыль, М. М. Разнообразие золотарника в Беларуси и биорациональные способы ограничения его инвазионного распространения / М.М. Мотыль, И. Гаранович // Наука и инновации. – 2014. – № 4 (134). – С. 65–67.
5. Постановление Совета министров РБ 1002 07.12.2016 «О некоторых вопросах регулирования распространения и численности видов растений». Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 13.12.2016, 5/43038. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21601002&p1=1>

Пушкин А.А.¹, Судник А.В.², Севрук П.В.¹

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОЛОС ЗАЩИТНЫХ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

*1 УО «Белорусский государственный технологический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, аа pushkin@belstu.by*

*2 ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича
Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь, asudnik@tut.by*

The publication deals with the use of remote sensing materials and geoinformation technologies for monitoring of protective tree plantations on agricultural lands. The method for assessing of state of protective tree plantations involves using of both spectral vegetation index, in the case of presence of spectrozonal aerospace survey materials, and visual method, in the case of using color survey materials.

Как показывает мировой опыт, защитные древесные насаждения (далее – ЗДН), создаваемые в виде отдельных полос на землях сельскохозяйственного назначения, являются наиболее эффективным инструментом по предотвращению ветровой, водной и почвенной эрозии, сохранению почвенного плодородия, повышению продуктивности выращиваемых сельскохозяйственных культур. В настоящее время значительная часть ЗДН, созданных на сельскохозяйственных землях, находится в неудовлетворительном состоянии и достоверной статистической информации по ним не имеется. В связи с этим использование данных дистанционного зондирования Земли (далее – ДДЗЗ) и геоинформационных технологий их обработки открывает новые возможности по инвентаризации данных насаждений и оценке их текущего состояния.

Линейная, сильно вытянутая форма ЗДН – наиболее важный дешифровочный признак, позволяющий провести их инвентаризацию, оценить состояние и эффективность выполнения защитных функций дистанционными методами. В зависимости от пространственного разрешения информативность материалов съемки, а, следовательно, и методы обработки будут разные. На материалах сверхвысокого пространственного разрешения достаточно хорошо визуально видны как сохранившиеся части полосы, так и разрывы в ней (рисунок 1А), в то время как данные Sentinel-2

визуализируют полосу защитного древесного насаждения в виде линии пикселей, отличающихся от соседних более темным тоном (рисунок 1Б). Исходя из этих особенностей при использовании данных сверхвысокого разрешения целесообразны методы визуального дешифрирования, а использование мультиспектральных данных среднего разрешения предусматривает технологии автоматизированного дешифрирования с использованием методов классификации изображений.



Рисунок 1 – Отображение полосы ЗДН на снимках ДДЗЗ разного пространственного разрешения: а) материалы сверхвысокого пространственного разрешения геосервиса BingAreal (0,5 м); б) – материалы космической съемки Sentinel–2 (10 м)

Технология визуального дешифрирования предполагает выделение по дистанционному снимку сохранившихся частей полосы ЗДН и разрывов, их векторизацию средствами геоинформационной системы. При этом в атрибутивную таблицу картографического слоя заносится категория участка: здоровая растительность, разрывы и окна отпада. Средствами ГИС рассчитываются и сохраняются площади каждого векторного объекта. Также при векторизации в таблицу атрибутивных данных для каждого создаваемого полигона вносится идентификационный номер, по которому устанавливается его принадлежность к той или иной полосе.

Общее состояние полосы полезного защитного древесного насаждения определяется коэффициентом сохранности:

$$K_S = \frac{S_1}{S_2}$$

где K_S – коэффициент сохранности полосы ЗДН;

S_1 – площадь дешифрированных участков здоровой растительности полосы ЗДН;
 S_2 – общая площадь полосы ЗДН.

Использование визуального метода оценки состояния древесно-кустарниковой растительности ЗДН по данным аэрокосмической съемки сверхвысокого разрешения является более точным, но и более трудозатратным методом оценки. Вместе с тем наличие в свободном доступе данных материалов аэрокосмической съемки на различных геосервисах делает этот метод наиболее доступным.

Автоматизированное дешифрирование состояния полос ЗДН предполагает использование материалов мультиспектральной космической съемки, наиболее доступными из которых являются Sentinel-2, пространственное разрешение которых позволяет идентифицировать крупные разрывы в лесополосе. В процессе проведения опытных работ для территории Калинковичского района Гомельской области выполнялась оценка возможностей алгоритмов неконтролируемой классификации и разностного вегетационного индекса NDVI. С целью автоматизации расчетов на платформе QGIS разработаны специализированные программные средства. При этом используемые алгоритмы вычислительной обработки предусматривают последовательное выполнение следующих основных этапов:

- загрузка растровых RED и NIR каналов спутникового изображения (Sentinel-2), а также векторного полигонального слоя границ полос ЗДН, используемых в качестве исходных данных;

- расчет охвата (определение экстенда) векторного полигонального слоя границ полос ЗДН;

- вырезка растровых RED и NIR каналов спутникового изображения в границах определенного охвата с увеличением пространственного разрешения (до 1 м.);

- вырезка растровых RED и NIR каналов спутникового изображения в границах векторного полигонального слоя полос ЗДН;

- расчет спектрального вегетационного индекса NDVI с формированием соответствующего тематического растра;

- проведение неконтролируемой тематической классификации по алгоритму K-средних;

- автоматическая векторизация тематического растра NDVI с формированием векторного слоя в формате шейп-файла;

- классификация векторного слоя NDVI с определением категорий насаждений согласно используемой шкалы оценки.

В результате обработки формируется векторный тематический слой в границах полос ЗДН включающий три категории полигональных объектов: здоровая растительность, ослабленная растительность и отпад. Проведенные полевые работы по выборочной верификации полученных результатов классификации, показывают, что крупные разрывы в строении полос ЗДН (более 10 м) выделяются достаточно достоверно.

Проведенные экспериментальные работы установили, что полосы ЗДН позволяют эффективно увеличить урожайность сельскохозяйственных культур в зоне до 140 м. В целом же влияние лесополос простирается до 400 м.

Таким образом, использование разновременных данных дистанционного зондирования позволяет проводить оценку динамики спектрально-яркостных показателей (NDVI) полос защитных древесных насаждений и на данной основе проводить дистанционный мониторинг их состояния.