



Инструмент интерактивного построения карт характеристик лесов на основе информации спутников серий Sentinel-2 и Landsat

А.В. Кашницкий, Жарко В.О., Богодухов М.А.
Институт космических исследований РАН

Двадцать первая международная конференция
“Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса”
13 – 17 ноября 2023 г.

Введение

В рамках реализации проекта «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» запланирована наземная оценка характеристик лесов на сети тестовых полигонов (ТП). Для территории этих тестовых полигонов был разработан проект методики формирования карт характеристик лесов с высоким пространственным разрешением (10-30 м на пиксель), которые будут использоваться для валидации геоинформационных продуктов о характеристиках лесов, получаемых в рамках проекта на основе спутниковых данных ДЗЗ среднего (230 м на пиксель) пространственного разрешения. Данная методика реализована в виде инструмента в составе Информационно-аналитической системы мониторинга углерода в наземных экосистемах Российской Федерации (ИАС «Углерод Э»).

Настоящий доклад посвящен разработанному и внедренному в состав ИАС «Углерод-Э» инструменту для интерактивного построения карт характеристик лесов на основе спутниковой информации систем Landsat и Sentinel-2. Инструмент создан с помощью ранее разработанной в ИКИ РАН технологии. На данный момент он позволяет пользователям системы создавать карты запасов стволовой древесины и преобладающих древесных пород на основе спутниковой информации с пространственным разрешением до 10 метров на пиксель. Методика и инструмент находятся в стадии опытной эксплуатации и могут быть доработаны в дальнейшем.

Введение

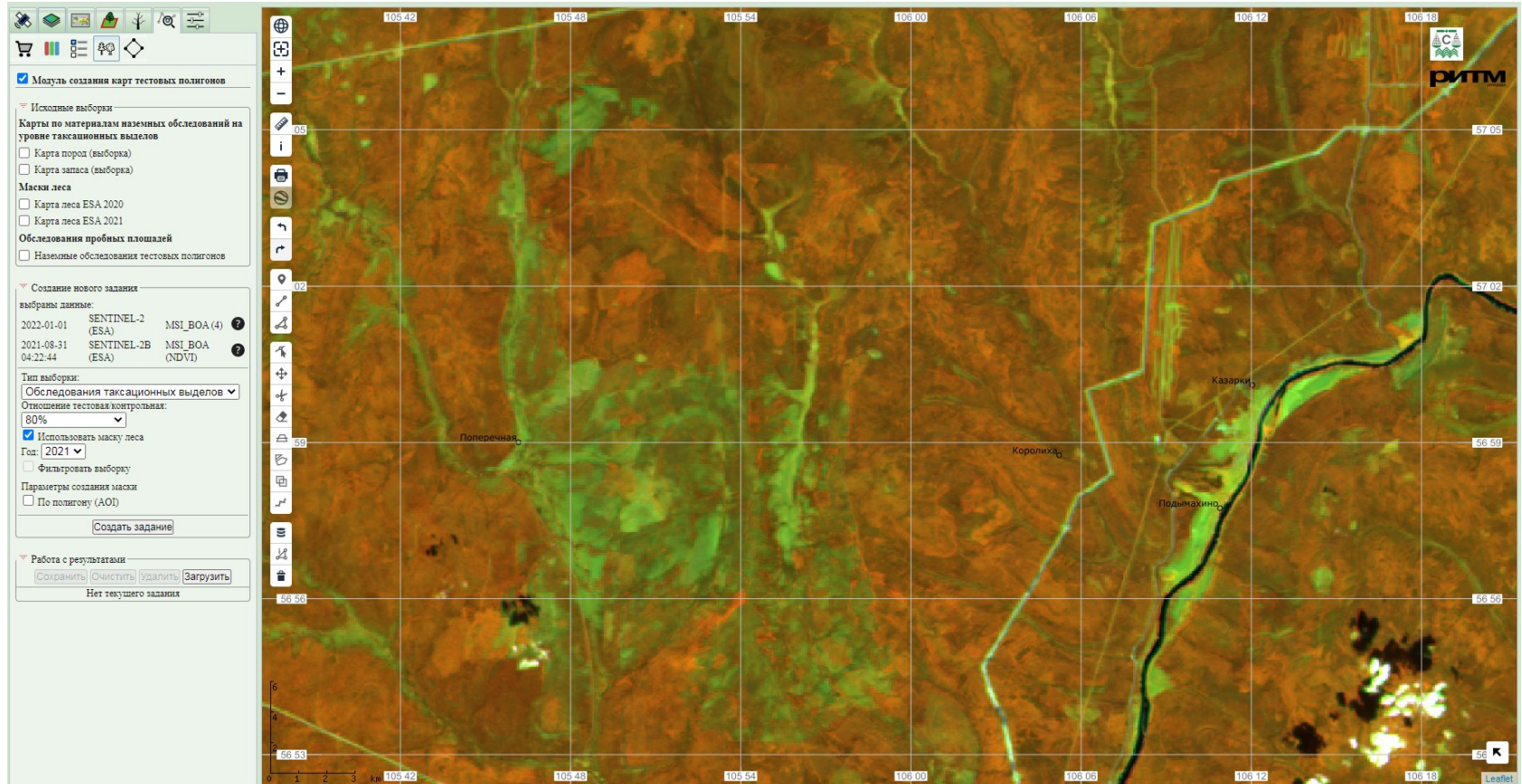


Рисунок 1. Общий вид инструмента в картографическом интерфейсе ИАС «Углерод Э»

Входная и выходная информация

Исходными данными для формирования на территорию тестовых полигонов (ТП) карт характеристик лесов для оценки их запасов углерода являются:

- спутниковые данные ДЗЗ высокого пространственного разрешения с размером пикселя от 10 до 30 м;
- материалы наземных обследований регулярной сети пробных площадей (ПП), заложенных на территории ТП. В качестве источника дополнительной информации для формирования опорных данных могут использоваться также данные по выдельной таксации лесов как непосредственно ТП, так и лесов прилегающих к ТП территорий;
- информация о сезонном ходе вегетационного индекса NDVI на основе данных ДЗЗ среднего пространственного разрешения в составе ИАС «Углерод-Э».

Основным результатом работы являются растровые карты с пространственным разрешением 10-30 м/пиксель заданных характеристик лесов на территории ТП (или иной области интереса, заданной пользователем). Формируемые карты предназначены для валидации геоинформационных продуктов о характеристиках лесов, получаемых в рамках проекта на основе спутниковых данных ДЗЗ среднего пространственного разрешения. Кроме того, формируются оценки точности построенных карт характеристик лесов.

Особенности выбора исходных данных оператором

Оператор осуществляет в картографическом интерфейсе системы интерактивный выбор данных спутников систем Landsat и Sentinel-2. Используются данные коэффициента спектральной яркости в информативных диапазонах спектра – видимом, ближнем ИК и среднем ИК. Точный выбор каналов и снимков оставлен за пользователем и может варьироваться. Однако, предполагается следующее:

- Используемые данные должны быть свободны от влияния шумов и мешающих факторов, таких как облачность и ее тени. Оператор должен подбирать безоблачные спутниковые снимки для территории рассматриваемого тестового полигона на основе визуального экспертного анализа.
- Определение характеристик лесов должно основываться на разновременных данных ДЗЗ, характеризующих вариабельность их спектральной отражательной способности в течение года, в том числе фенологическую динамику в течение вегетационного сезона. Используемые данные также должны включать результаты спутниковых измерений отражательной способности покрытой снегом земной поверхности (при наличии). Минимально необходимое число наблюдений – по два за «весенний», «летний» и «осенний» сезоны и одно спутниковое изображение за «зимний» сезон (период устойчивого снежного покрова, при наличии), при условии величины временного интервала между двумя последовательными наблюдениями не менее 7 дней. Сезон для конкретной территории выбирается на основе информации о ходе вегетационного индекса NDVI.

Данные для обучения

Для обучения используется либо информация наземных обследований пробных площадей из базы данных, либо имеющиеся в ИКИ РАН материалы наземных обследований на уровне таксационных выделов. Выбором типа обучающей выборки в каждом случае управляет пользователь системы.

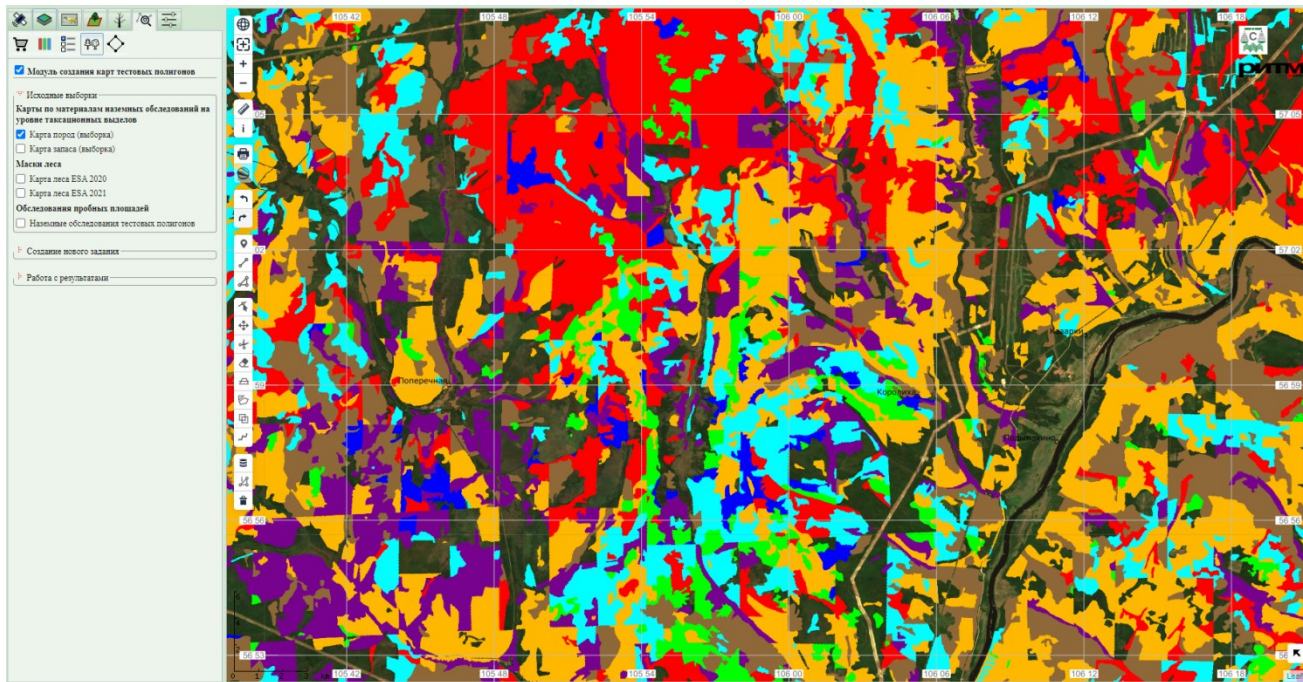


Рисунок 2. Отображение выборки преобладающих древесных пород на основе наземных данных на уровне таксационных выделов. В качестве подложки использовано композитное изображение за сезон вегетации на основе данных спутников серии Sentinel-2, цветовой синтез в естественных цветах.

Данные для обучения

Для обучения используется либо информация наземных обследований пробных площадей из базы данных, либо имеющиеся в ИКИ РАН материалы наземных обследований на уровне таксационных выделов. Выбором типа обучающей выборки в каждом случае управляет пользователь системы.

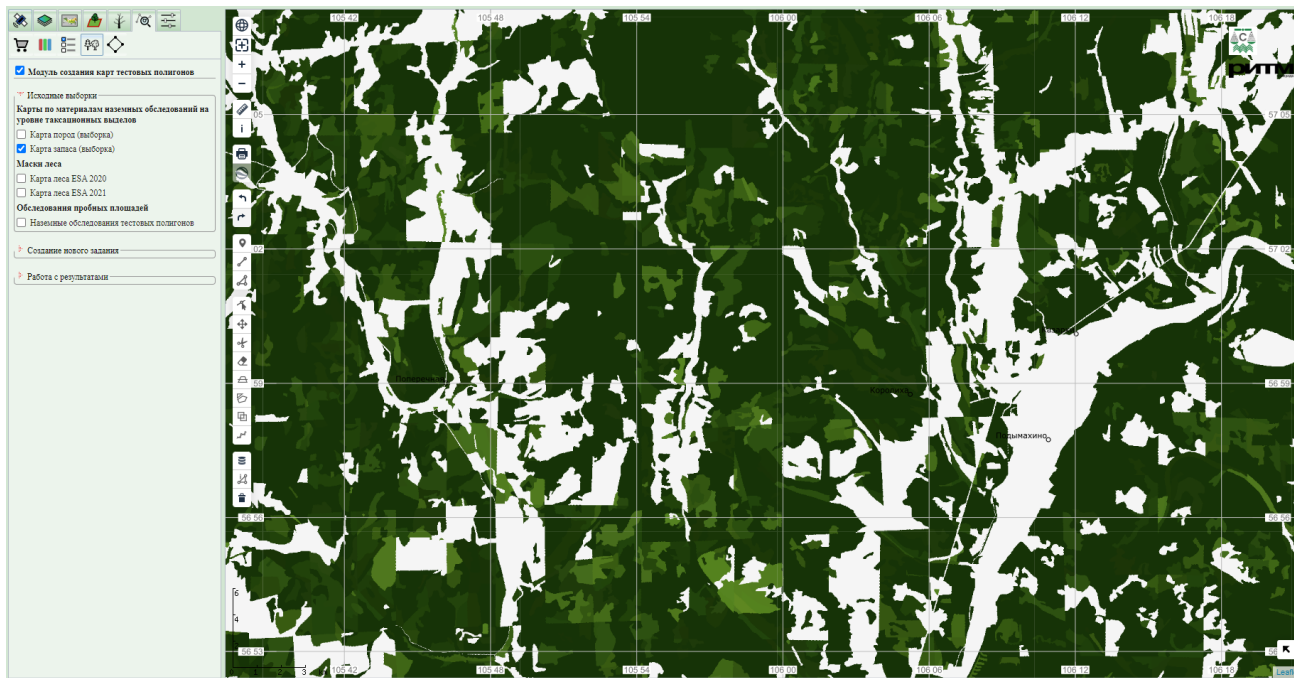


Рисунок 3. Отображение выборки запаса древесины на основе наземных данных на уровне таксационных выделов.

Методы обработки

Подготовленные разновременные безоблачные спутниковые изображения отражательной способности лесного покрова в указанных спектральных каналах используются в качестве независимых признаков. Как обучающая выборка используется растеризованная в сетку пикселей спутниковых данных информация наземных обследований.

Для получения карт категориальных характеристик лесного покрова используется классификация методом случайных лесов. Для построения карт количественных характеристик лесов используется непараметрическая регрессионная модель на основе метода случайных лесов. Также формируется отчет об основных показателях точности полученной карты в каждом случае. Точность рассчитывается по контрольной части выборки, которая создается путем разделения выборки случайным образом в указанном пользователем соотношении.

На данный момент в составе инструмента реализовано построение карт преобладающих древесных пород и запасов стволовой древесины насаждений. Карта преобладающих древесных пород как категориальная характеристика получается классификация методом случайных лесов. Карта запасов стволовой древесины как количественная характеристика получается с помощью непараметрической регрессионной модели на основе метода случайных лесов. Методика и инструмент находятся в стадии опытной эксплуатации и могут быть доработаны в дальнейшем.

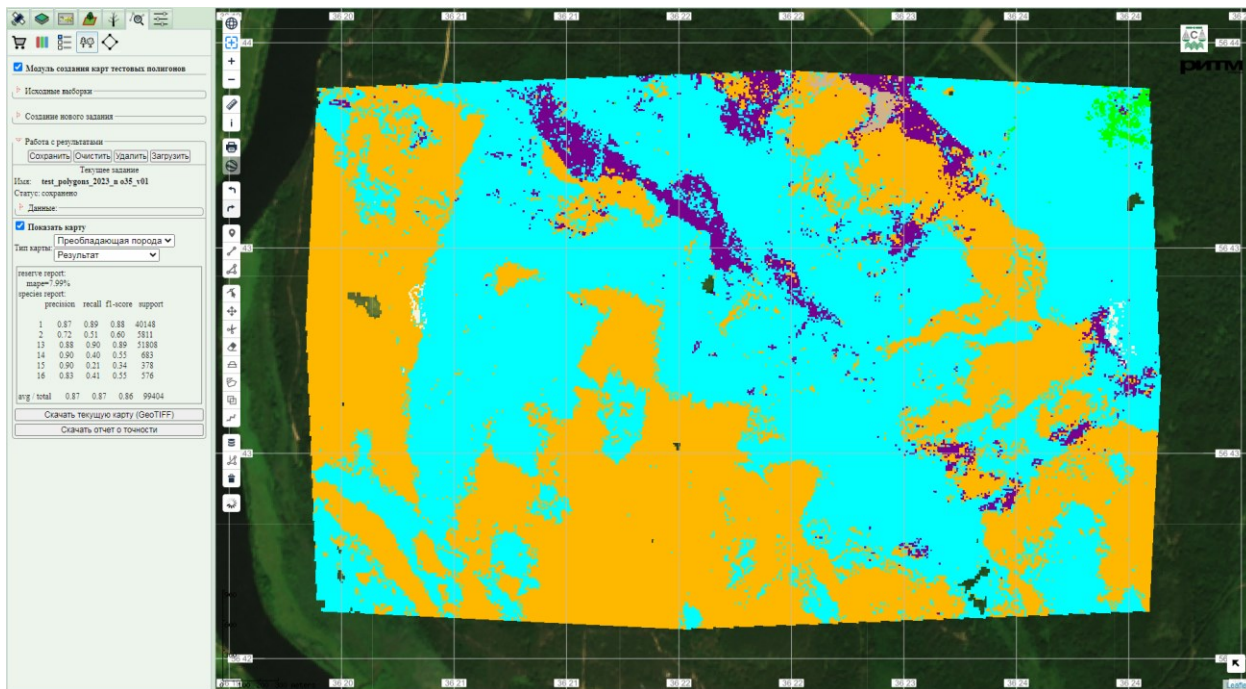
Особенности реализации

Инструмент реализован на основе ранее разработанной в ИКИ РАН технологии создания интерактивных инструментов обработки информации ДЗЗ. Для этого в составе ИАС Углерод был разработаны:

- интерфейс и программные модули клиентской части для настройки параметров обработки, задания области интереса, выбора спутниковых данных и обучающей информации, работы с полученными картами. Язык реализации – JavaScript;
- модули серверной части для управления и хранения пользовательских заданий на создание карт, извлечения из архивов для обработки исходных сцен или композитных изображений. Язык реализации – Perl;
- модуль построения карт характеристик лесов. Язык реализации – Python.

Результаты

С помощью инструмента были получены экспериментальные растровые карты запасов древесины и преобладающих пород с пространственным разрешением 10 м на пиксель на территорию ряда тестовых полигонов.



Получение и обработка спутниковых данных выполнены с помощью возможностей Центра коллективного пользования ИКИ-Мониторинг (Лупян, 2019). Работа выполнена в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения «Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах» (рег. № 123030300031-6).