

# ОЦЕНКА ИНФОРМАТИВНОСТИ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ БЕЛОРУССКОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Лис Карина Ярославовна

Топаз Антонина Анатольевна

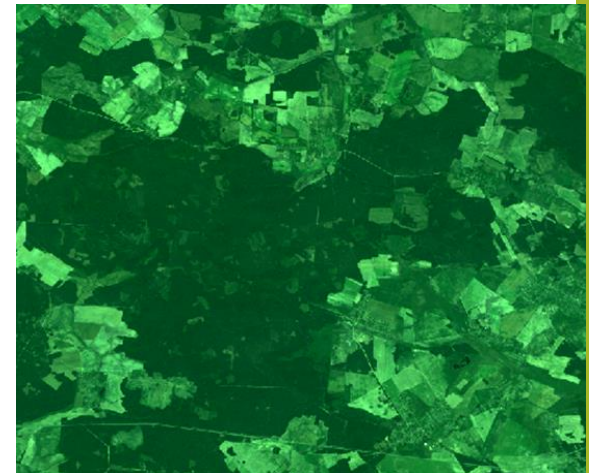
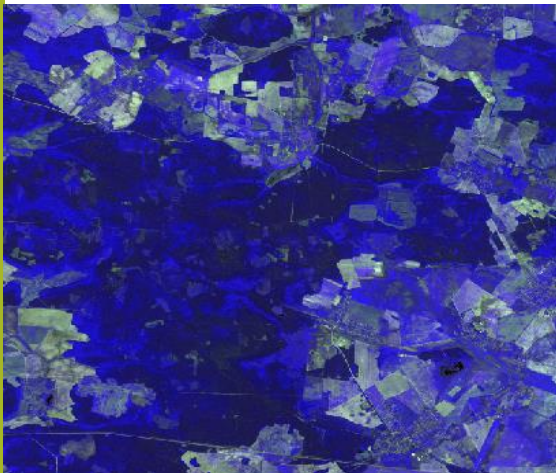
Факультет географии и геоинформатики  
БГУ, Минск, Беларусь

В Республике Беларусь леса являются одним из основных возобновляемых природных ресурсов и важнейших национальных богатств. На современном этапе для устойчивого эффективного управления лесами, органами лесного и лесопаркового хозяйства необходима постоянно поступающая актуальная и объективная информация о состоянии и динамике лесных экосистем. В связи с этим изучение и оценка информативности спутниковых данных Белорусского космического аппарата для дешифрирования лесной растительности, является интересным и актуальным.

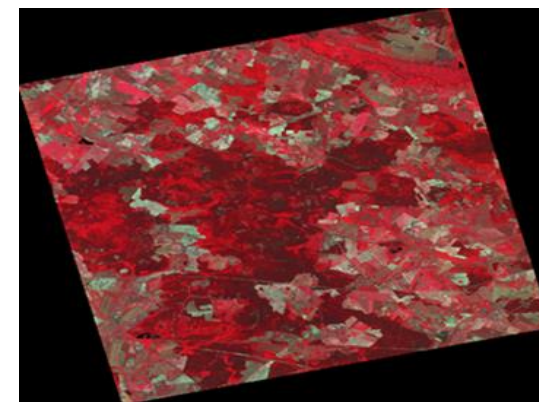
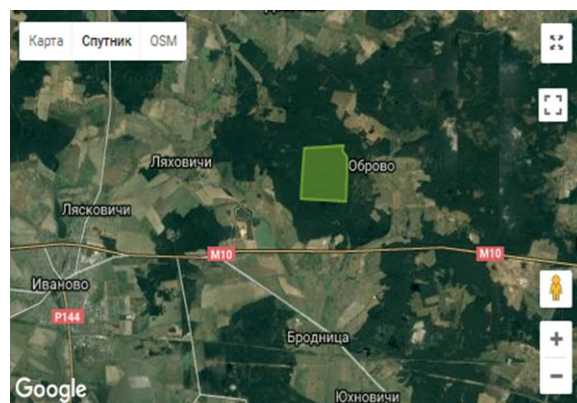
Цель: изучить и оценить информативность спутниковых данных Белорусского космического аппарата для дешифрирования лесной растительности

Исходя из данной цели, были поставлены следующие задачи:

- изучить особенности дешифрирования лесной растительности по материалам ДЗЗ;
- дать оценку данным ДЗЗ, используемым в качестве основы для актуального мониторинга и картографирования лесной растительности;
- проанализировать применение материалов ДЗЗ для решения задач лесного хозяйства на примере отраслевого классификатора.



В качестве объекта исследования для оценки информативности спутниковых данных Белорусского космического аппарата (БКА) была выбрана территория биологического заказника «Оброво», расположенного в Ивановском районе Брестской области и представляющая собой сложный лесной природный комплекс. При выполнении работ по обработке данных космической съёмки использовался программный продукт ENVI 5.3.



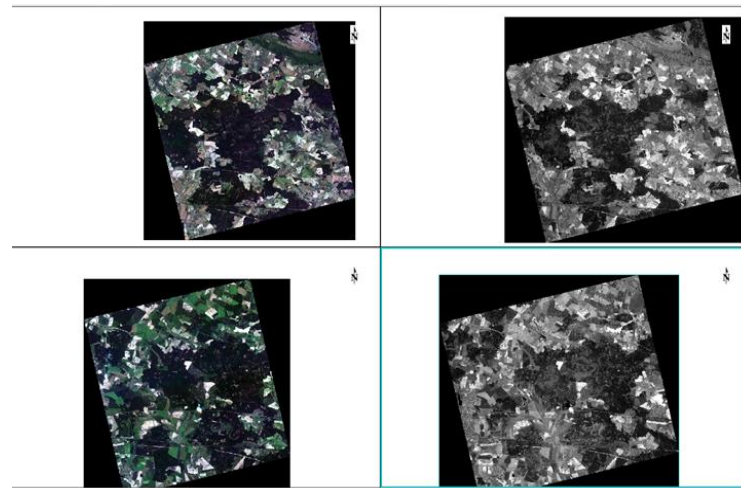
Для выполнения исследований использованы снимки Белорусского космического аппарата (БКА). На снимках отображен заказник и прилегающая к нему территория по состоянию на 08.06.2018 и 13.06.2020.

Изучение метаданных снимков было произведено путём анализа XML-файлов каждого из них – просмотра паспорта данных ДЗЗ.

Данные снимки охватывают довольно значительную территорию, поэтому было принято решение сократить исследуемую территорию в программном продукте ENVI 5.3 с помощью создания области интереса, соответствующей границе заказника «Оброво».

```
4073642-0220-MUL-C-1-1-1245362-2006137005801-BY_парри-Белорус
Байн Права Формат Виз Справка
<?xml version="1.0" encoding="windows-1251" ?>
<Metadata>
  <Version>1.2.4</Version>
  <Language>Русский</Language>
</Production>
  <Copyright>МАН Беларусь</Copyright>
  <Producer>Национальный Оператор БКАБ</Producer>
  <PackAppId>CA20B191185220302</PackAppId>
  <JobId>4073642-0220-00961811</JobId>
  <Creation_Date>29.10.2020 10:11:57</Creation_Date>
</Production>
</Processing>
  <Mission>Фуртировка БКА/Канюус-ВК/Mission
  <Satellite>БКА</Satellite>
  <Instrument>MCC</Instrument>
  <Sensor_Code>MS1 MS2 MS3 MS4</Sensor_Code>
  <Band>Мультиспектр: Синий, Зеленый, Красный, Ближний ИК</Band>
  <Level></Level>
  <Level_Info>Ортотрансформированное изображение</Level_Info>
  <Level_Data>Мозаика микрокадров</Level_Data>
  <Radiometric>Стандартные процедуры</Radiometric>
  <Geometric>Планово-высотное обоснование - открытие источника геоинформации</Geometric>
  <Percent_Cloud_Cover></Percent_Cloud_Cover>
  <Country_Cover_Cod>BY</Country_Cover_Cod>
  <Country_Cover>Беларусь</Country_Cover>
  <Region_Belarus>Борисский обл.</Region_Belarus>
  <Scenes_Count></Scenes_Count>
  <Scene01_File_Name>4073642-0220-MUL-C-1-1-1245362-2006137005801-BY.tif</Scene01_File_Name>
  <Legend>See заручочного оформления</Legend>
</Processing>
  <Satellite_Data>
  <Scene_Acquisition>
    <Satellite>БКА</Satellite>
```

```
Байн Права Формат Виз Справка
  <Acquisition_Time_GMT>2020-06-13T08:58:13</Acquisition_Time_GMT>
  <Acquisition_Time_Local>2020-06-13T11:58:13</Acquisition_Time_Local>
  <Sun_Elevation>57.34</Sun_Elevation>
  <Sun_Azimuth>144.79</Sun_Azimuth>
  <Viewing_Angle>0.99</Viewing_Angle>
  <Center>
    <Center_Lat>52.17967882</Center_Lat>
    <Center_Lon>25.70070095</Center_Lon>
  </Center>
  </Scene_Acquisition>
  <Routes_Count></Routes_Count>
  </Satellite_Data>
  <Radiometry>
  <Correction>YES</Correction>
  <Spectral>
    <Band_MS1>
      <band_index></band_index>
      <band_code>MS1</band_code>
      <band_info>Blue</band_info>
    </Band_MS1>
    <Band_MS2>
      <band_index>2</band_index>
      <band_code>MS2</band_code>
      <band_info>Green</band_info>
    </Band_MS2>
    <Band_MS3>
      <band_index>3</band_index>
      <band_code>MS3</band_code>
      <band_info>Red</band_info>
    </Band_MS3>
    <Band_MS4>
      <band_index>4</band_index>
      <band_code>MS4</band_code>
      <band_info>NIR</band_info>
```



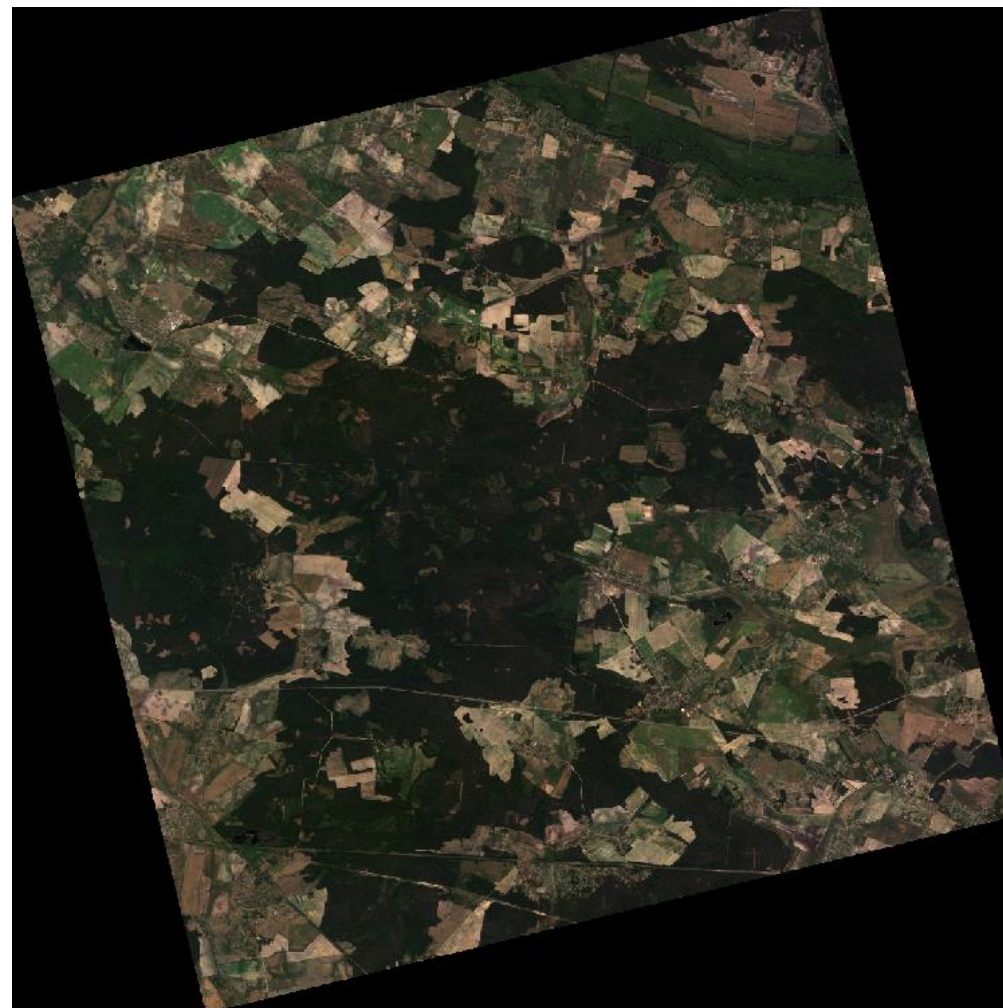
XML-файл для мультиспектрального снимка БКА на территорию заказника «Оброво» и близ лежащую территорию, дата съемки 13.06.2020

Снимки БКА на территорию заказник «Оброво» и близ лежащую территорию (сверху мультиспектральный и панхроматический с датой съемки 08.06.2018, снизу с датой съемки 13.06.2020)

Созданный ROI для вырезания фрагмента снимка

Основными дешифровочными признаками лесной растительности являются тон и рисунок изображения, по ним определяются состав древостоя и типы леса, а также положение растительности в рельефе, а также форма, размер, тень.

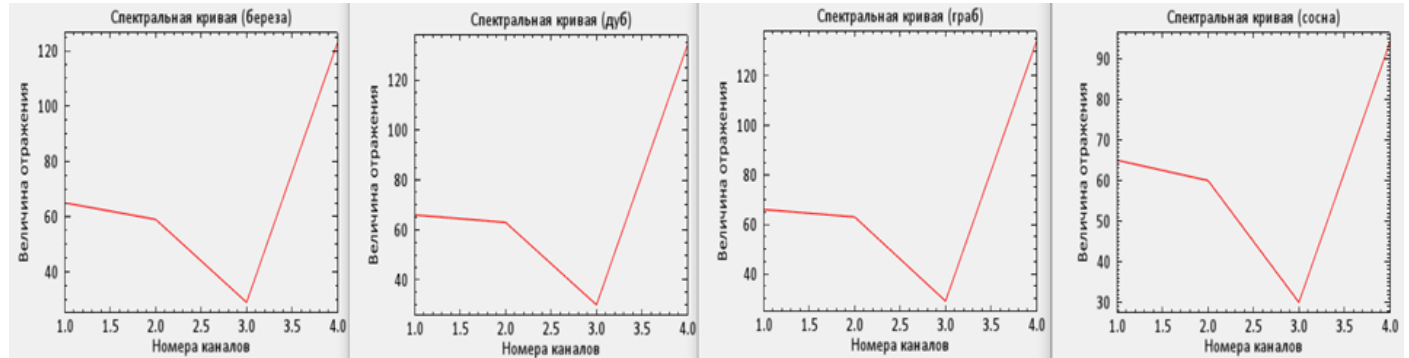
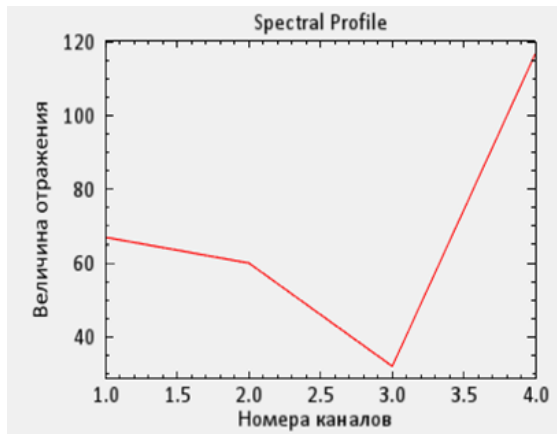
Косвенные же, или ландшафтные признаки предусматривают обязательное изучение и установление пространственных взаимосвязей между природно-территориальными комплексами, расположенными в непосредственном соседстве. Такие взаимосвязи, отраженные в текстуре изображения, дают возможность с достаточной полнотой охарактеризовать всю территорию.



Эффективность комплекса дешифровочных признаков и его применения значительно возрастает при использовании в качестве дополнения к анализу спектральных свойств объектов.

В ходе исследований выполнено построение кривых спектральной яркости различных древесных пород.

Для лесных сообществ и других объектов, покрытых зеленой растительностью (луг, вырубки), кривая отражения обладает выраженным максимумом в зеленых лучах спектра, минимумом — в красных, резким подъемом и общей высокой отражательной способностью в инфракрасной области спектра.



Кривая спектральной яркости лесной растительности по снимку со спутника БКА (синий (1.0) канал – 0,45 – 0,52 мкм; зеленый (2.0) канал – 0,51 – 0,61 мкм; красный (3.0) канал – 0,64 – 0,70 мкм; ближний ИК (4.0) канал – 0,73 – 0,86 мкм) [составлено автором]

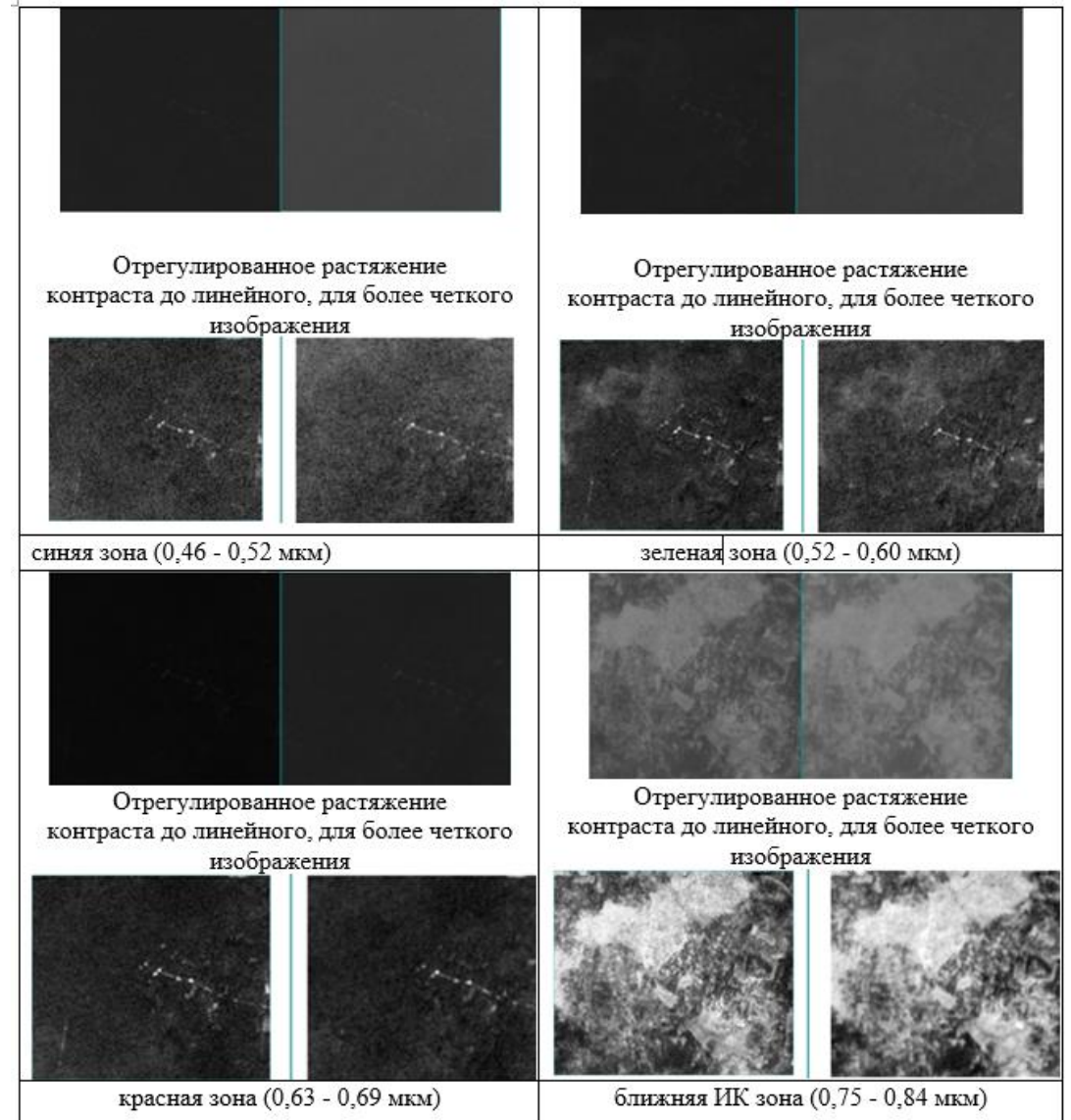
Кривые спектральной яркости различных древесных пород (береза, дуб, граб, сосна) по снимку со спутника БКА (синий (1.0) канал – 0,45 – 0,52 мкм; зеленый (2.0) канал – 0,51 – 0,61 мкм; красный (3.0) канал – 0,64 – 0,70 мкм; ближний ИК (4.0) канал – 0,73 – 0,86 мкм) [составлено автором]

В инфракрасной зоне спектра на летних снимках контрастно дешифрируются лиственные и хвойные породы. Участки леса с преобладанием лиственных пород отличаются ярко-светлым, близким к белому, тоном изображения, хвойные — различными оттенками темного тона со значительной потерей отдельных деталей.

В красной зоне спектра, несмотря на то, что изображение достаточно контрастно, отсутствуют тональные различия хвойных и лиственных пород. В красной зоне гораздо увереннее, чем в инфракрасной, дешифрируются по светло-серому тону и мелкозернистому рисунку контуры березовых насаждений.

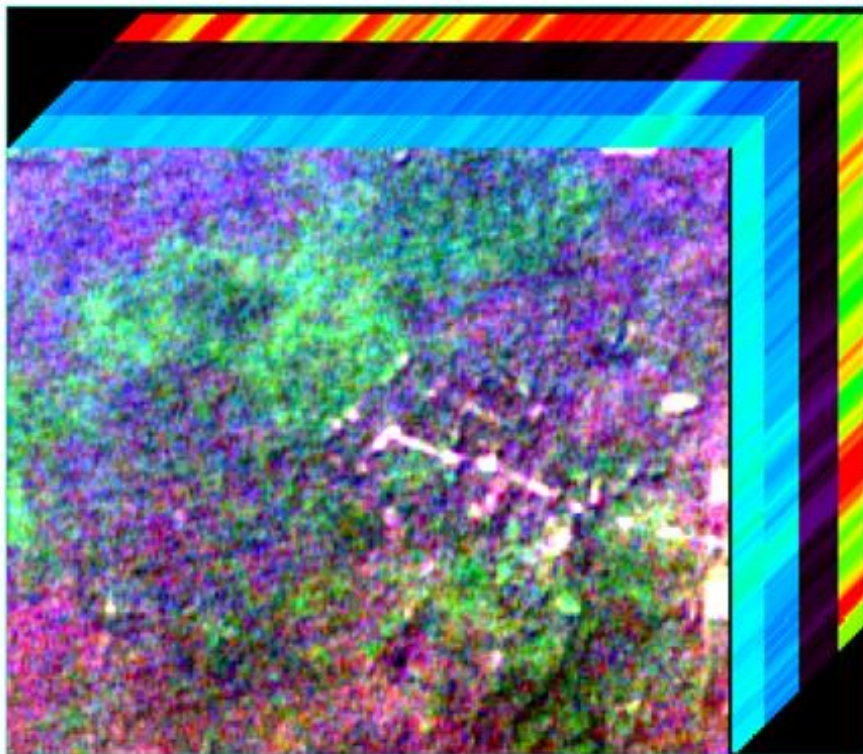
В зеленой области спектра, в отличие от предыдущих изображений видимого диапазона спектральных зон, лесной растительности на снимках отличается слабым тонорасчленением. На летних снимках лиственные породы четко выделяются более светлым однородным фототонем изображения, что объясняется более высокой спектральной яркостью лиственных пород.

В синей области спектра лесная растительность отличается слабыми тоновыми контрастами. Данная зона спектра, как правило, не используется при изучении лесной растительности.



Космические снимки БКА в различных спектральных зонах (на территорию заказника «Оброво») [составлено автором]

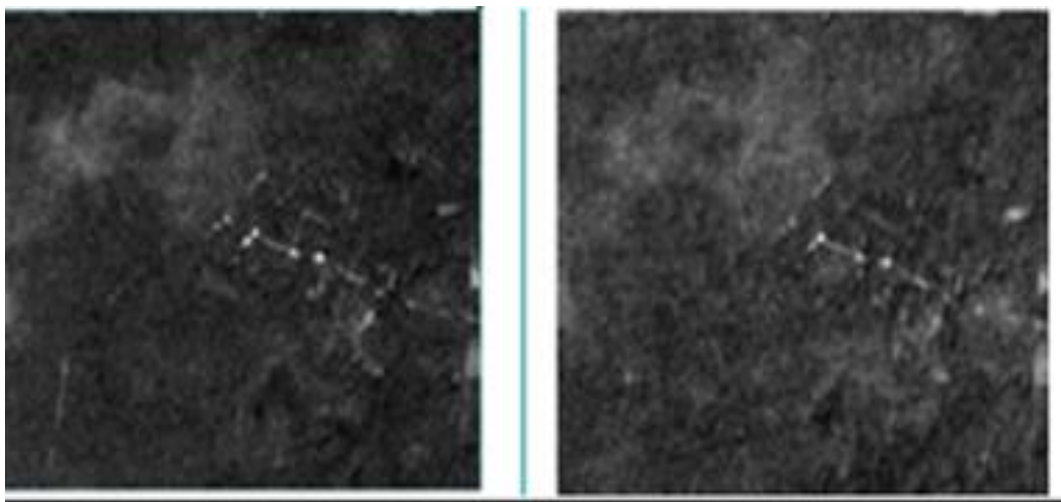
Для визуализации спектральных зон по фрагменту снимка БКА на территорию заказчика с помощью программного обеспечения ENVI 5.3 создан 3D, со спектральным срезом верхнего ряда и крайнего правого столбца в перспективном виде. Конечное изображение представляет собой куб трехмерного цветного составного изображения в формате RGB.



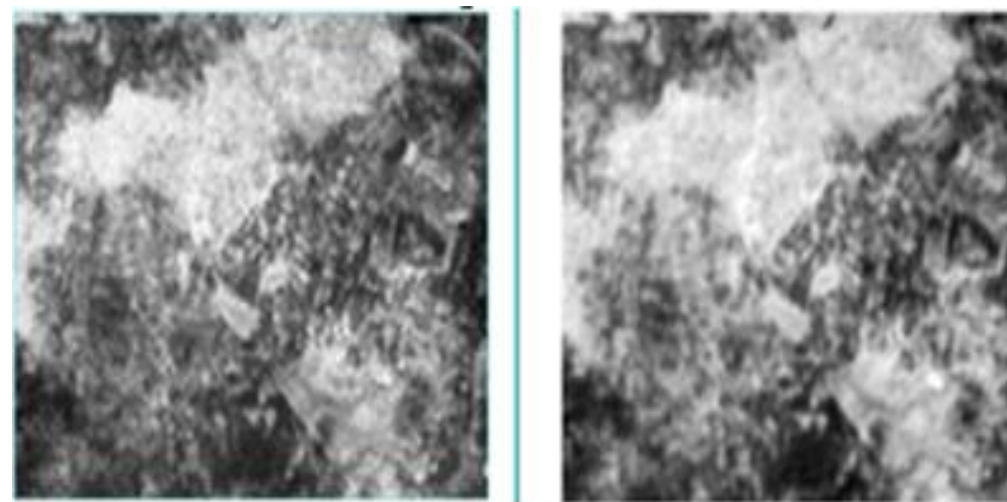
Созданный для визуализации спектральных зон 3D куб по фрагменту снимка БКА на территорию заказчика «Оброво»



Наиболее информативны для дешифрирования лесных ценозов снимки, выполненные в инфракрасной и зеленой областях спектра летнего залета. Таким образом, различия отражательных характеристик пород и типов лесной растительности в каждом из используемых узких диапазонов спектра могут служить важным дополнительным дешифровочным признаком при картографировании лесной растительности.



Снимок БКА в зеленой зоне спектра (0,52-0,60 мкм)

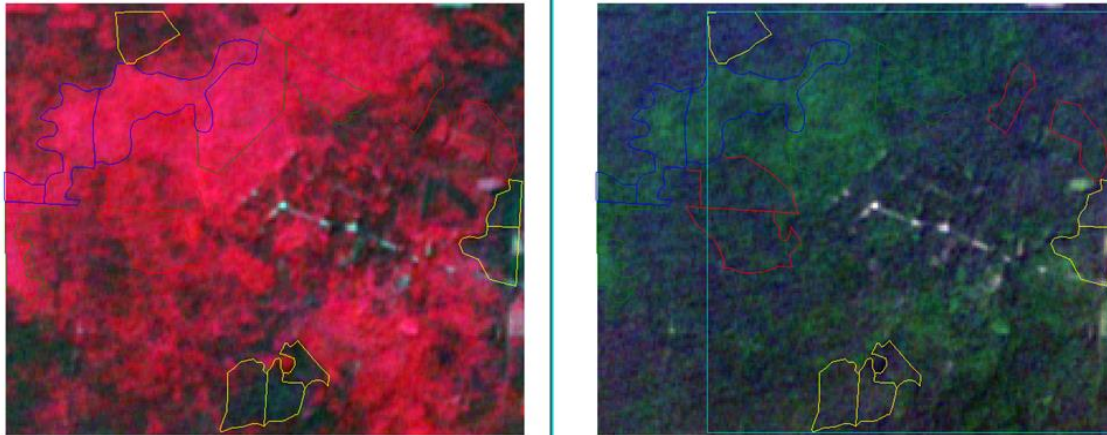


Снимок БКА в ИК зоне спектра (0,75-0,84 мкм)

Наиболее оптимальным для изучения лесной растительности является вариант синтеза 4-3-2 («искусственные цвета»). По снимку БКА с синтезом «искусственные цвета» можно выделить четыре вида древесных пород:

- сосна, отображается темно-красным, темным тоном (как и все хвойные деревья)
- береза отображается бордовым цветом на снимке (наиболее темным среди выделенных на снимке лиственных пород)
- дуб отображается насыщенным красным (малиновым) цветом
- граб на снимке передается ярко-красным (алым) тоном (более светлым чем дуб).

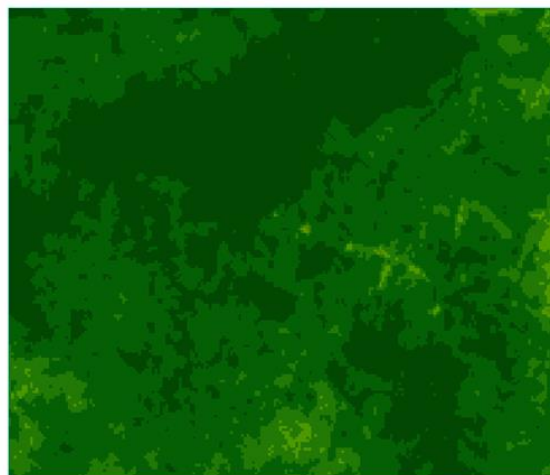
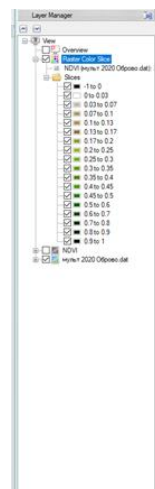
Таким образом, на летнем снимке темнохвойные леса будут иметь темно-красный оттенок, лиственные леса – ярко-красный, малиновый, бордовый и др., а смешанные леса – переходные цвета. Для наглядности составлена таблица эталонов, в которой показаны примеры изображения различных пород растительности заказника «Оброво» на снимках БКА. В процессе составления таблицы была использована карта породного состава растительности на территорию заказника «Оброво». Как можно заметить хвойные породы проявляются более темно-красными и коричневыми тонами, чем породы деревьев с твердой древесиной. Насыщенные красные оттенки указывают на широкий лист и/или более здоровую растительность, в то время как, менее насыщенный красный означает наличие травы или скудной, в том числе, кустарниковой растительности. Следует также отметить, что на характер изображения на снимке оказывает влияние возраст древесных пород.



Территория заказника «Оброво» на снимке с датой съемки – 13.06.2020 с выделенными границами произрастания различных древесных пород (желтым цветом отображены границы произрастания сосны, синим – граба, зеленым – дуба, красным – березы) (вариант синтеза 4-3-2 и 3-2-1 соответственно)

Для оценки информативности снимков БКА для дешифрирования лесной растительности был произведен также расчет нормализованного разностного вегетационного индекса (NDVI).

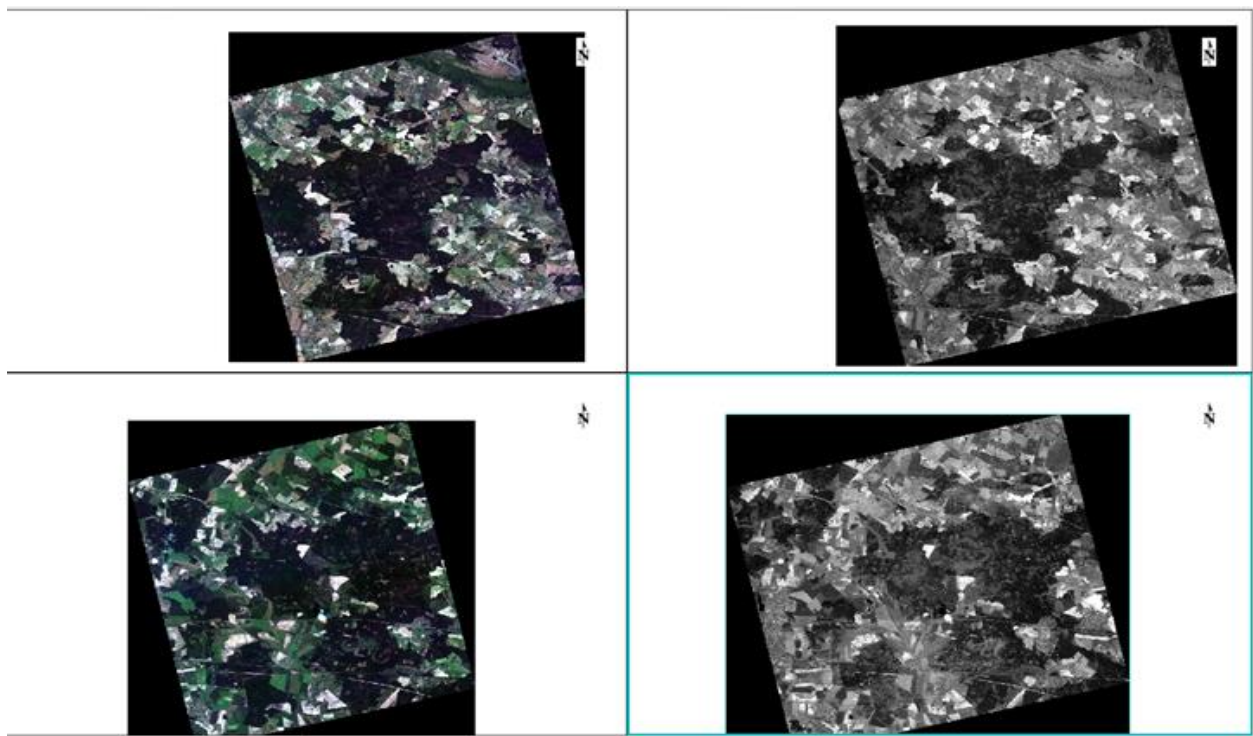
Анализ полученного индексного изображения показал повсеместное наличие растительности на территории заказника «Оброво», отображенной на снимке, т.к. практически на всем снимке индекс NDVI принимает положительные значения (0.03 – 0.7), наиболее темными оттенками зеленого цвета на снимке отобразились участки с наибольшим количеством зеленой фитомассы (0.7). На значения индекса влияет также породный состав: участки с произрастанием сосны имеют более низкие значения вегетационного индекса (0.2 – 0.25) и отображаются светло-зеленым цветом. Участки с произрастанием дуба и граба у которых значения вегетационного индекса выше (0.6 – 0.7), отображаются темно-зеленым цветом. А участки с произрастанием березы отображаются зеленым цветом, имея вегетационный индекс ниже, чем на участках с произрастающими дубами и грабами (0.45 – 0.5), но выше чем на участках сосновых лесов. Следует отметить, что на значение вегетационного индекса также оказывают влияние сомкнутость растительности, состояние, экспозиция и угол наклона поверхности, цвет почвы под разреженной растительностью.



Вегетационный индекс NDVI для фрагмента снимка БКА дата съемки –13.06.2020, на территорию заказника «Оброво», с применением шкалы цветокодирования согласно общепринятых диапазонов значений для NDVI

В ходе исследования было установлено, что снимки БКА обладают достаточной информативностью, позволяющей успешно применять их для решения задач, стоящих перед лесным хозяйством. Так, данные БКА обладают пространственным разрешением достаточным для получения выходного картографического материала детального уровня.

Наиболее информативными являются зелёный, красный и ближний ИК каналы спутника. Однако снимки со спутника БКА малоприменимы для мониторинга пожароопасности лесов из-за низкого временного разрешения. Таким образом, выбор конкретных материалов ДЗЗ при проведении исследований должен определяться требуемым пространственным, спектральным, радиометрическим и временным разрешением, а также территориальным охватом.



Снимки БКА на территорию заказник «Оброво» и близ лежащую территорию (сверху мультиспектральный и панхроматический с датой съемки 08.06.2018, снизу с датой съемки 13.06.2020)



Спасибо за внимание!