

# ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МУЛЬТИВРЕМЕННЫХ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ LANDSAT ДЛЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПОРОДНОЙ СТРУКТУРЫ ЛЕСОВ (Гаврилюк Е.А., Ершов Д.В., Горнов А.В.)

## ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

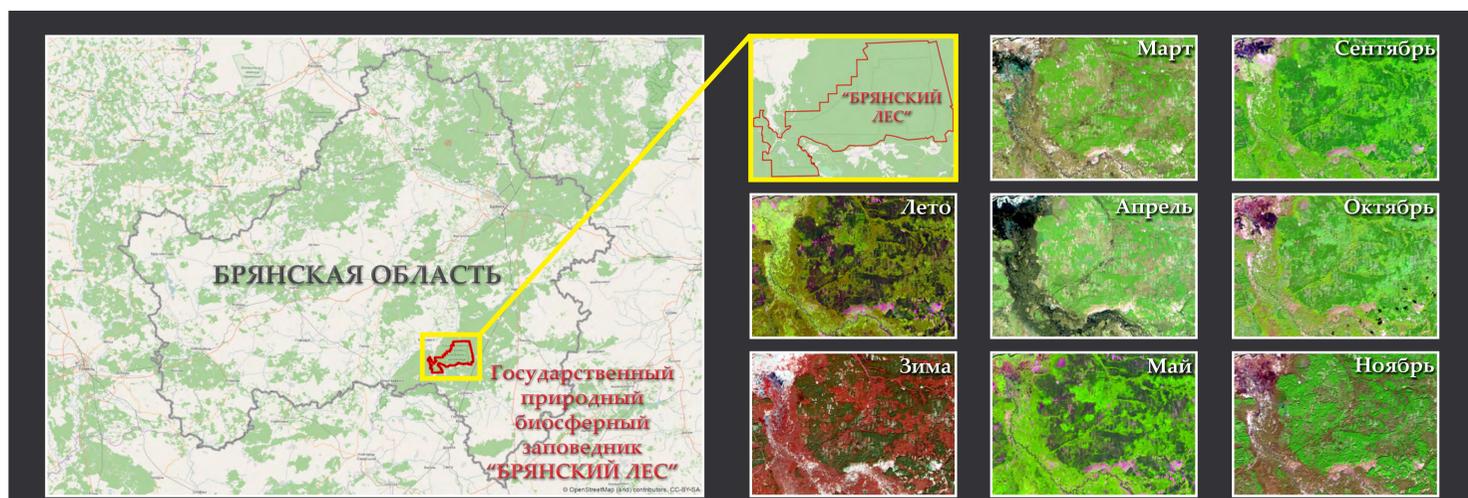
Восемь разносезонных сцен Landsat-OLI (пространственное разрешение – 30 м):

март – LC81800232014086LGN00  
апрель – LC81790242013108LGN01  
май – LC81790242015146LGN00  
лето – LC81790242016197LGN00  
сентябрь – LC81800232014262LGN00  
октябрь – LC81800232014278LGN00  
ноябрь – LC81800232014326LGN00  
зима – LC81800232015041LGN00

Три спектральных канала:

RED (0,63-0,69 мкм)  
NIR (0,75-0,9 мкм)  
SWIR (2,09-2,35 мкм)

Всего: 24 информационных слоя



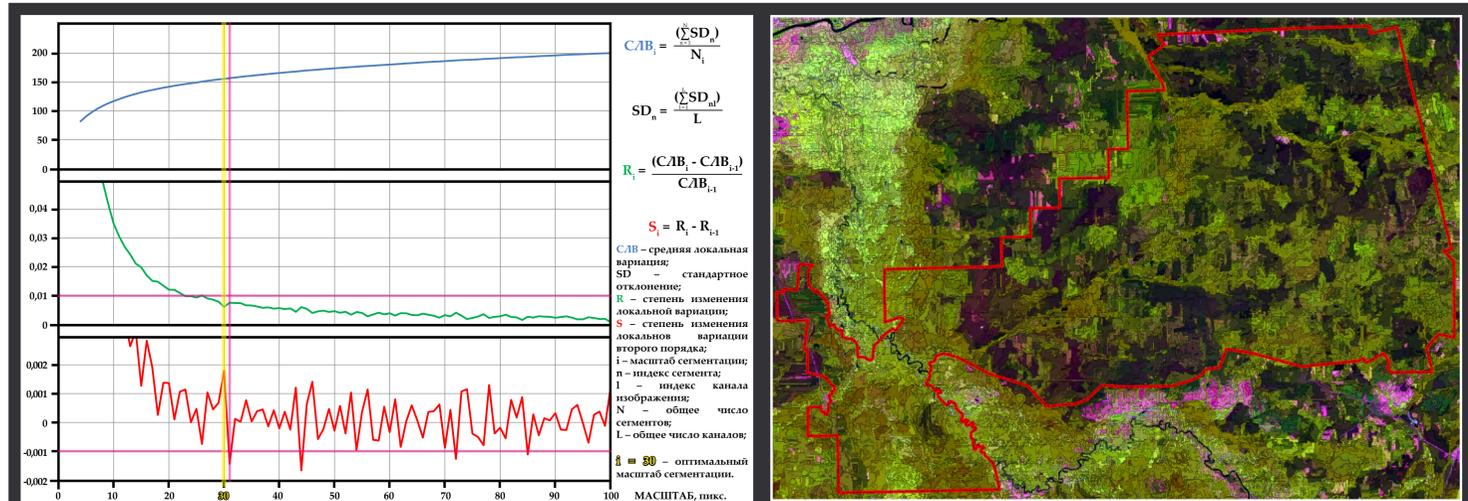
## СЕГМЕНТАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Full Lambda Schedule с параметрами:

Масштаб (средний размер сегмента) – 30 пикселей  
Минимальный размер сегмента – 2 пикселя  
Максимальный размер сегмента – не ограничен  
Вес спектральной яркости – 1  
Вес текстуры – 0  
Вес размера – 1  
Вес формы – 0

Результат: 16 945 сегментов

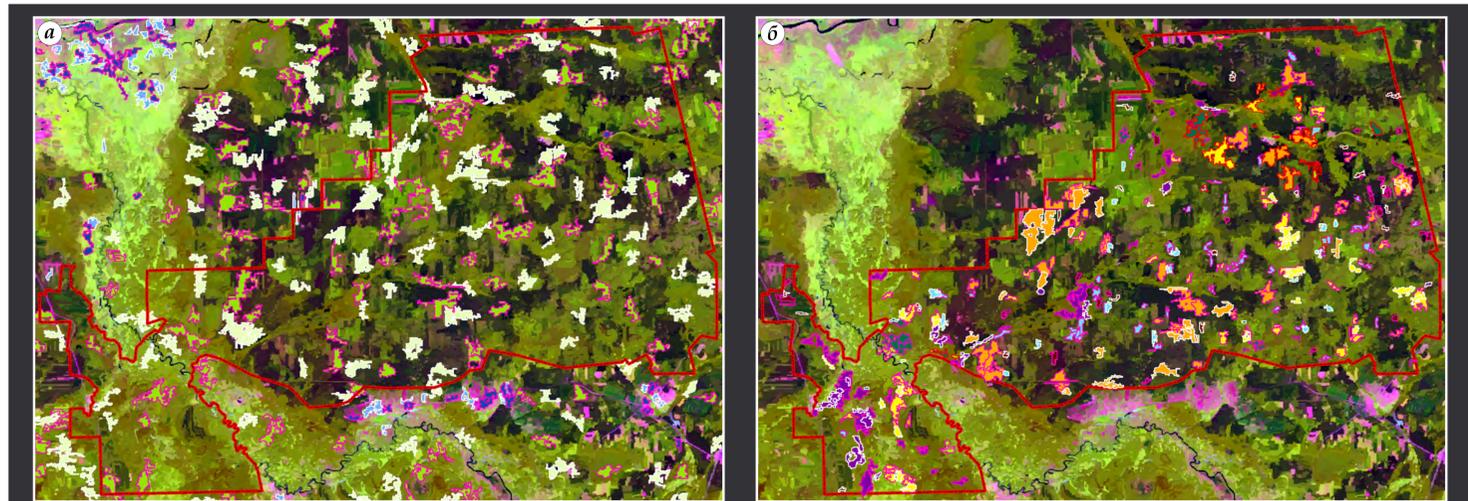
Оптимальный масштаб определялся на основе анализа зависимости средней локальной вариации (СЛВ) сегментированного изображения от среднего размера сегмента. Локальная вариация (ЛВ) – величина стандартного отклонения, рассчитанная в пределах одного сегмента. СЛВ – среднее значение ЛВ по всем сегментам изображения.



## ОБУЧАЮЩАЯ ВЫБОРКА

Класс на карте	Обучение	Контроль	Наземные ПП
<b>а) Покрытая лесом площадь (число сегментов):</b>			
Лес	100	100	-
Не лес	50	50	-
<b>Всего:</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>-</b>
<b>б) Преобладающие породы деревьев (число сегментов):</b>			
Сосна	30	29	4
Береза	30	28	4
Осина	13	12	3
Дуб	5	3	3
Ольха черная	30	29	3
Смешанные хвойно-лиственные леса	30	30	3
Смешанные лиственные леса	30	30	3
<b>Всего:</b>	<b>168</b>	<b>161</b>	<b>23</b>

Обучающая и контрольная выборки для определения покрытой лесом площади формировались на основе регулярной сети с шагом 33 пикселя (~1 км), для преобладающих пород деревьев – на основе материалов лесоустройства заповедника и наземных обследований.



## КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ

### 1) Random Forest (случайные леса)

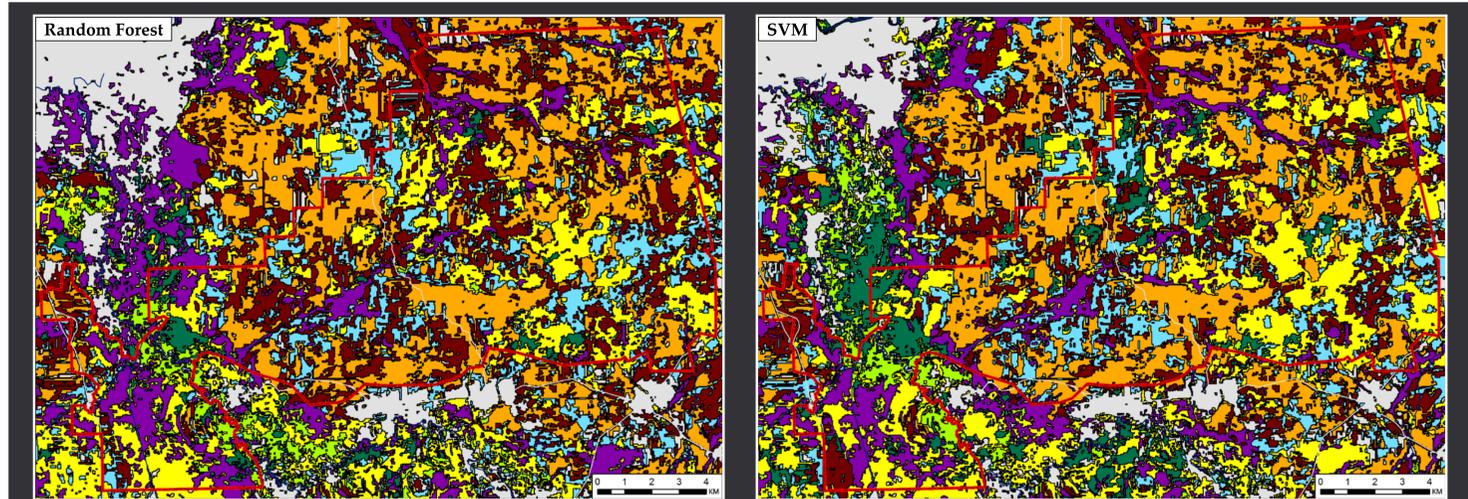
Основные параметры:  
макс. глубина дерева – 10  
число деревьев – 1000  
размер случайной выборки – 13  
достаточная точность – 0,01

### 2) Support Vector Machine (метод опорных векторов)

Основные параметры:  
Тип ядра – полиномиальное  
C – автоподбор на основе кросс-валидации

Использовались реализации алгоритмов из набора инструментов Orfeo Toolbox в рамках ГИС Quantum GIS. Соотношение обучающей контрольной выборки для обоих алгоритмов – 1:1.

Класс на карте	УЗ
Сосна	4/4
Береза	4/4
Осина	2/3
Дуб	2/3
Ольха черная	3/3
Смешанные хвойно-лиственные леса	3/3
Смешанные лиственные леса	3/3
Не покрытые лесом территории	-
Водные объекты	-



## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

Объектно-ориентированный подход при тематической обработке спутниковых данных Landsat обладает рядом преимуществ, по сравнению с пиксельным анализом, в частности – на этапах интерпретации изображения, поиска эталонных областей и формирования конечных картографических продуктов. При этом, большинство процессов может быть в значительной степени автоматизировано, в том числе и выбор исходных параметров для процессов сегментации и классификации. Кроме того, результаты работы обоих алгоритмов классификации, использованных в данном исследовании, продемонстрировали достаточно высокую степень соответствия контрольным данным. Формально, более высокие показатели точности были получены при использовании классификатора SVM с полиномиальной функцией в качестве ядра (разница 1,6% в общем и до 16,7% для отдельных классов). Тем не менее, классификатор Random Forest имеет объективные преимущества в относительной простоте настройки параметров и скорости работы алгоритма, при хорошем уровне точности, поэтому может быть предпочтительнее при картографировании основных характеристик лесного покрова в больших масштабах (на уровне отдельных регионов или всей страны).

Карта на основе классификации Random Forest										
Класс на карте	Контроль	Точность								
		1	2	3	4	5	6	7	Общая, %	Наземные ПП
1	Сосна	32	0	0	0	0	0	0	97,0	4/4
2	Береза	0	29	0	0	1	1	0	90,6	4/4
3	Осина	0	0	13	0	0	0	1	86,7	2/3
4	Дуб	0	0	0	5	1	0	0	83,3	2/3
5	Ольха	0	0	0	1	26	0	1	81,3	3/3
6	Смешанные хвойно-лиственные леса	1	1	0	0	2	32	0	97,0	3/3
7	Смешанные лиственные леса	0	2	2	0	2	0	31	93,9	3/3
<b>Всего по карте:</b>		<b>33</b>	<b>32</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>91,3</b>	<b>21/23</b>
Покрытая лесом площадь:									99,3	-

Карта на основе классификации Support Vector Machine										
Класс на карте	Контроль	Точность								
		1	2	3	4	5	6	7	Общая, %	Наземные ПП
1	Сосна	33	0	0	0	0	2	0	100,0	4/4
2	Береза	0	30	0	0	0	0	0	93,8	4/4
3	Осина	0	0	14	0	2	0	2	93,3	3/3
4	Дуб	0	0	0	6	0	0	0	100,0	3/3
5	Ольха	0	1	0	0	27	0	1	84,4	3/3
6	Смешанные хвойно-лиственные леса	0	0	0	0	1	31	0	93,9	2/3
7	Смешанные лиственные леса	0	1	1	0	2	0	30	90,9	3/3
<b>Всего по карте:</b>		<b>33</b>	<b>32</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>92,9</b>	<b>22/23</b>
Покрытая лесом площадь:									99,3	-