



XVIII ВСЕРОССИЙСКАЯ ОТКРЫТАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА

СЕКЦИЯ «ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ И ПОЧВЕННЫХ ПОКРОВОВ»

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ РАЗНОСЕЗОННОЙ ФОТО- И
МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОЙ БЕСПИЛОТНОЙ АЭРОСЪЕМКИ ДЛЯ
РАСПОЗНАВАНИЯ ПОРОДНОЙ СТРУКТУРЫ В СМЕШАННЫХ ЛЕСАХ
ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

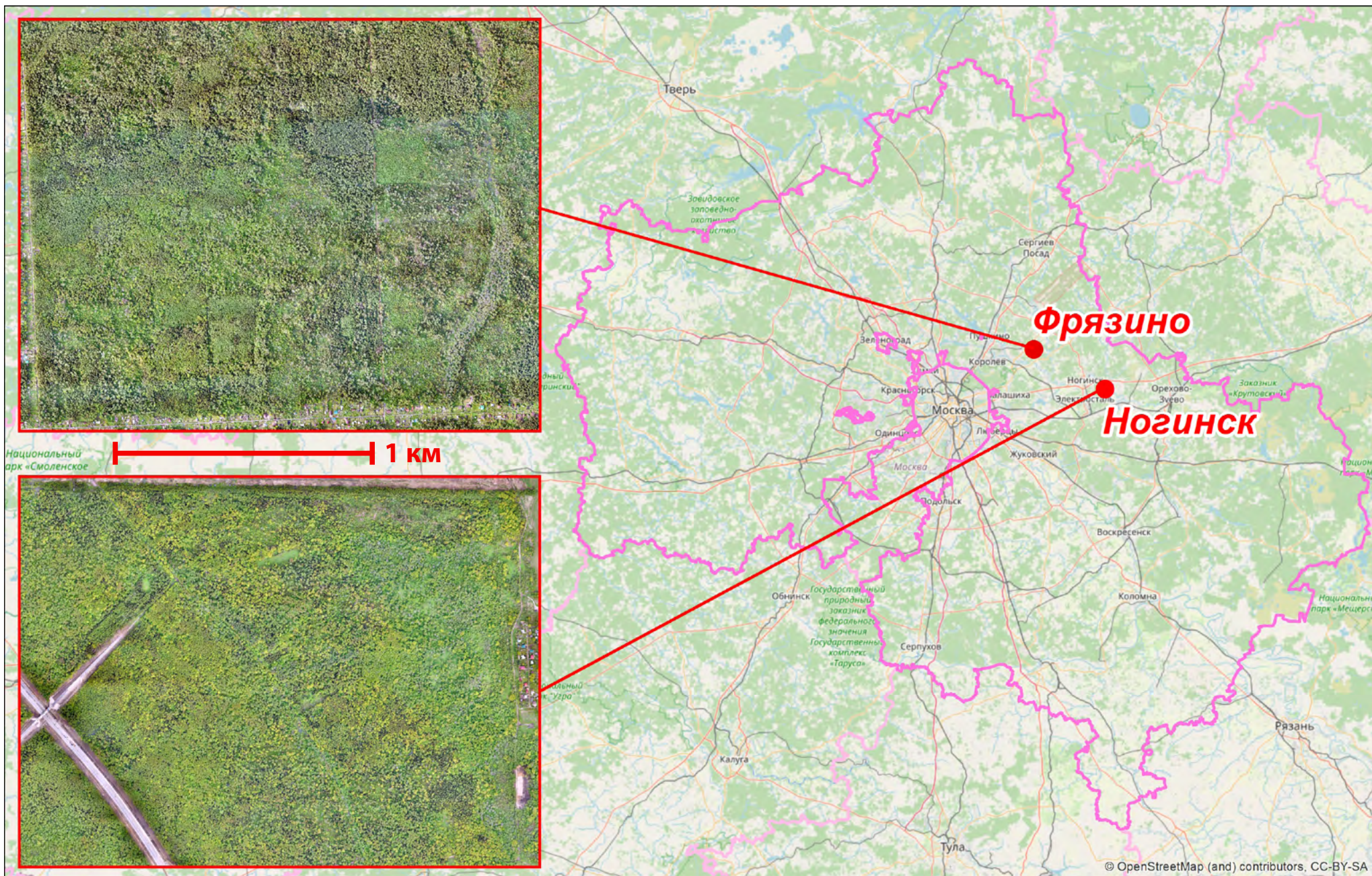
*Е.А. Гаврилюк, А.Д. Никитина, Е.В. Тихонова, В.В. Каганов, Д.В. Ершов
ЦЭПЛ РАН, г. Москва*

Москва, ИКИ РАН, 17 ноября 2020 года

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Анализ изображений (ортофотопланов), получаемых в результате съемок с БПЛА камерами разных типов и в разные периоды года, на предмет возможностей автоматизированного распознавания породной структуры смешанных хвойно-широколиственных древостоев с набором видов, характерных для Европейской части России.

ТЕСТОВЫЕ ОБЪЕКТЫ



СЪЕМОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ


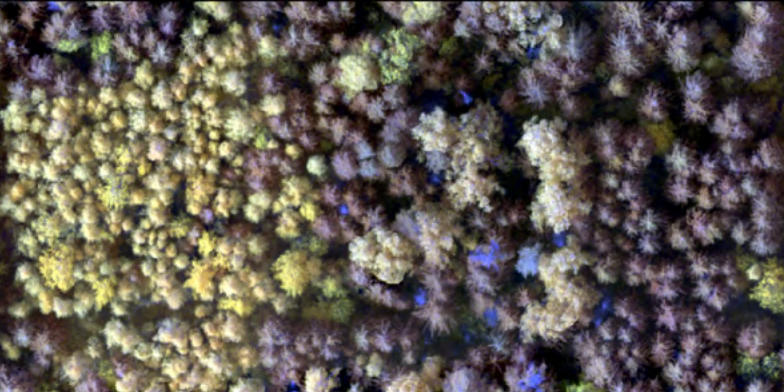

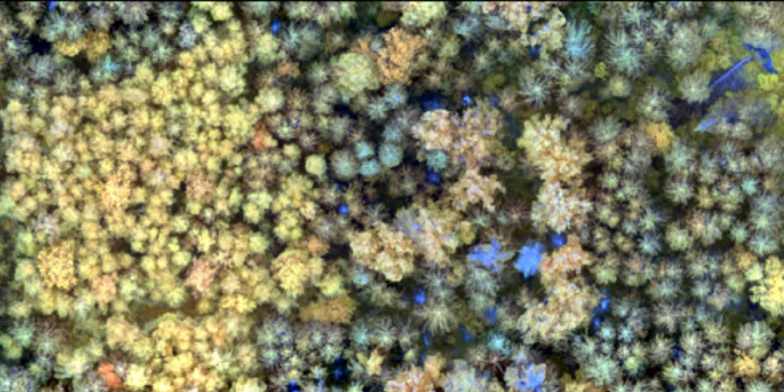

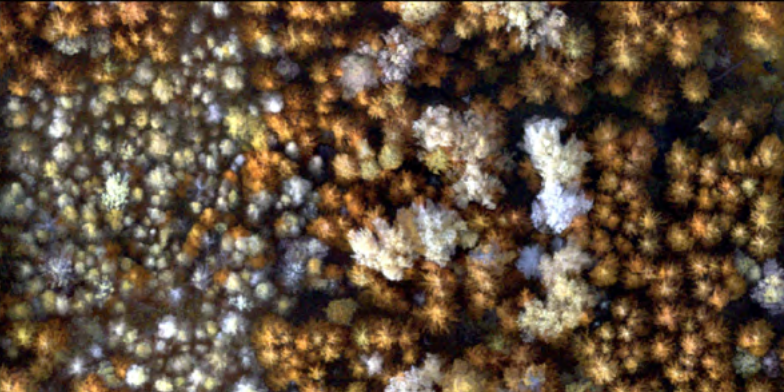


БВС «Геоскан 201»

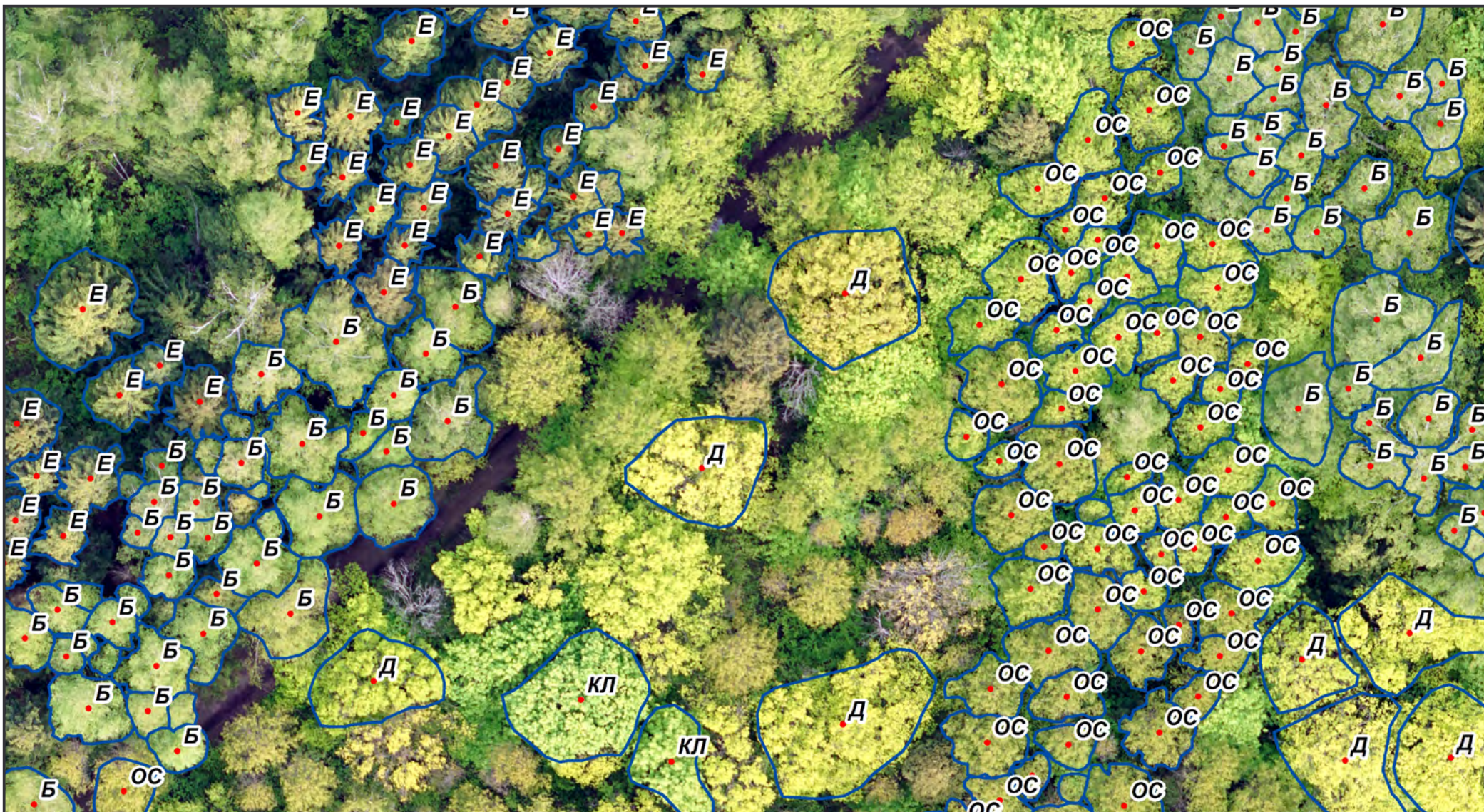


Характеристики	Sony DSC-RX1R	MicaSense RedEdge-MX
Вес прибора	482 г	232 г
Разрешение матрицы	24.3 Мпикс	1.2 Мпикс
Фокусное расстояние	35 мм	5.5 мм
Угол поля зрения	63°	47.2°
Спектральные каналы	(RGB)	<ol style="list-style-type: none"> 1. BLUE (центр - 475 нм, ширина - 32 нм), 2. GREEN (560 нм, 27 нм), 3. RED (668 нм, 16 нм), 4. Red Edge (717 нм, 12 нм), 5. NIR (842 нм, 57 нм).
Формат записи изображений	JPEG, RAW	TIFF, RAW

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ: ИЗОБРАЖЕНИЯ

Даты съемки	RGB-ортофотопланы (5 см/пикс)	MS-ортофотопланы (14 см/пикс)
<p>Весна: Ногинск - 25.05.20 Фрязино - 30.05.20</p>		
<p>Лето: Ногинск - 22.07.20 Фрязино - 19.07.20</p>		
<p>Осень: Ногинск - 08.10.20 Фрязино - 11.10.20</p>		

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ: ОПОРНАЯ ВЫБОРКА



Ногинск - 1850 деревьев (1185 - в поле) для 10 пород: Е, С, Б, ОС, Д, КЛ, В, ЛИП, ОЛС, ОЛЧ
Фрязино - 931 дерево (641 - в поле) для 7 пород: Е, С, Б, ОС, Д, ЛИП, ОЛЧ

МЕТОДЫ

- **Выделение крон деревьев – стратификация на лес/не лес и сегментация ортофотоплана**
Стратификация – с использованием ЦММ, сегментация – watershed с маркерами.
- **Извлечение признаков для классификации**
Спектральные (MS), текстурные (RGB) и/или тоновые (RGB) признаки на уровне крон деревьев (сегментов).
- **Обучение и оценка классификационной модели**
Random Forest и сопутствующие методы для оценок информативности признаков и производительности модели.
- **Классификация крон (сегментов)**
Применение обученной модели ко всем сегментам анализируемого изображения с оценкой достоверности результата для каждого сегмента.

МЕТОДЫ

- **Выделение крон деревьев – стратификация на лес/не лес и сегментация ортофотоплана**
Стратификация – с использованием ЦММ, сегментация – watershed с маркерами.
- **Извлечение признаков для классификации**
Спектральные (MS), текстурные (RGB) и/или тоновые (RGB) признаки на уровне крон деревьев (сегментов).
- **Обучение и оценка классификационной модели**
Random Forest и сопутствующие методы для оценок информативности признаков и производительности модели.
- **Классификация крон (сегментов)**
Применение обученной модели ко всем сегментам анализируемого изображения с оценкой достоверности результата для каждого сегмента.

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ

Статистические метрики первого порядка – 2.5 (PMin), 25 (Q1), 75 (Q3) и 97.5 (PMax) перцентили распределения, стандартное отклонение (SD) и коэффициент вариации (CV), – рассчитанные по значениям нормализованных попарных отношений каналов мультиспектрального изображения:

$$\text{NRI}_{i+n,i} = \frac{V_{i+n}}{V_i + V_{i+n}}$$

где $\text{NRI}_{i+n,i}$ – значение нормализованного отношения канала с порядковым номером $i+n$ к каналу с порядковым номером i ;

V_i – значение пикселя в канале изображения с порядковым номером i ;

V_{i+n} – значение пикселя в канале изображения с порядковым номером $i+n$;

i – целое число в пределах от 1 до $N-1$;

n – целое число в пределах от 1 до $N-i$;

N – общее число каналов в изображении.

ТЕКСТУРНЫЕ И ТОНОВЫЕ ПРИЗНАКИ

- **Текстурные признаки**

Текстурные метрики по GLCM-матрице – среднее (μ), кластерная неоднородность (cProminence) и гомогенность (Homogeneity), – рассчитанные по значениям нормализованных цветовых компонент RGB-изображения (на примере красного канала):

$$NR = 255 \times R / (R + G + B)$$

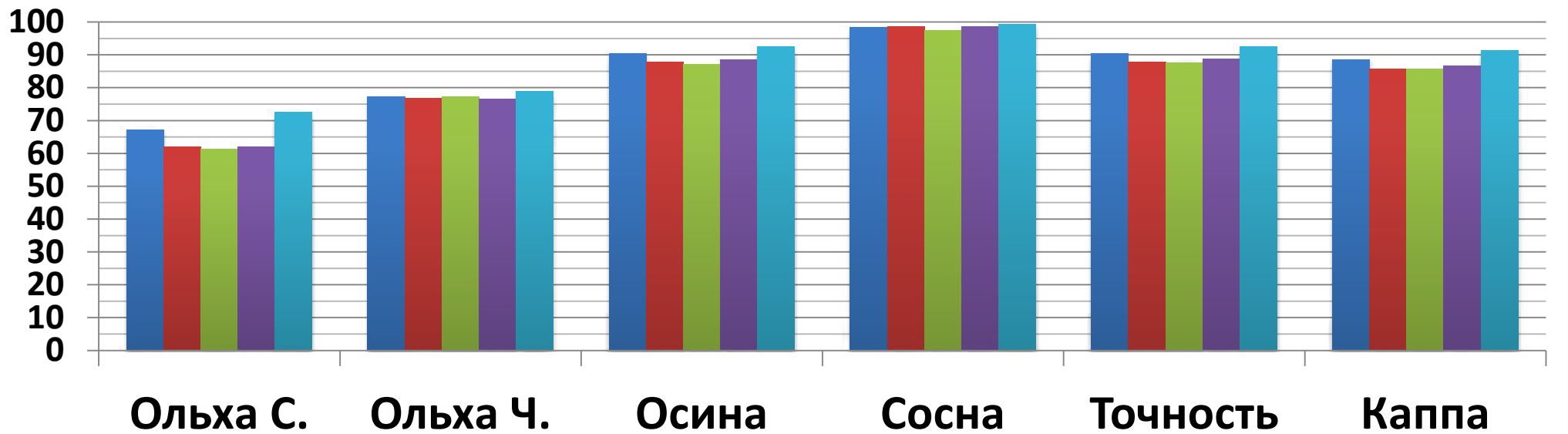
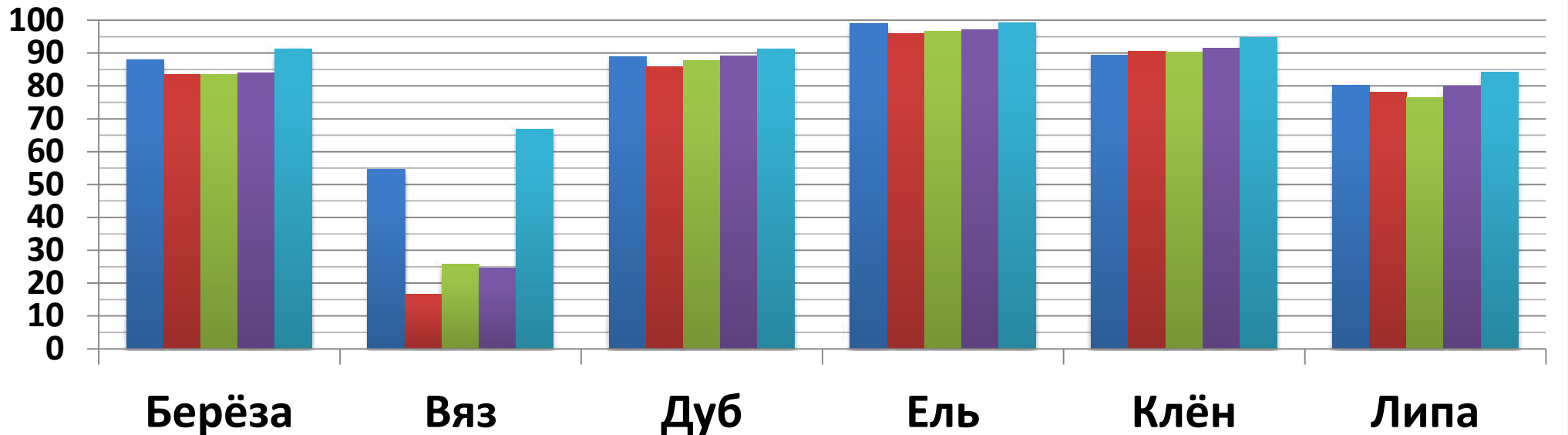
где NR – нормализованное значение пикселя в красном канале ортофотоплана;
R, G, B – исходные значения пикселя в каналах ортофотоплана.

- **Тоновые признаки**

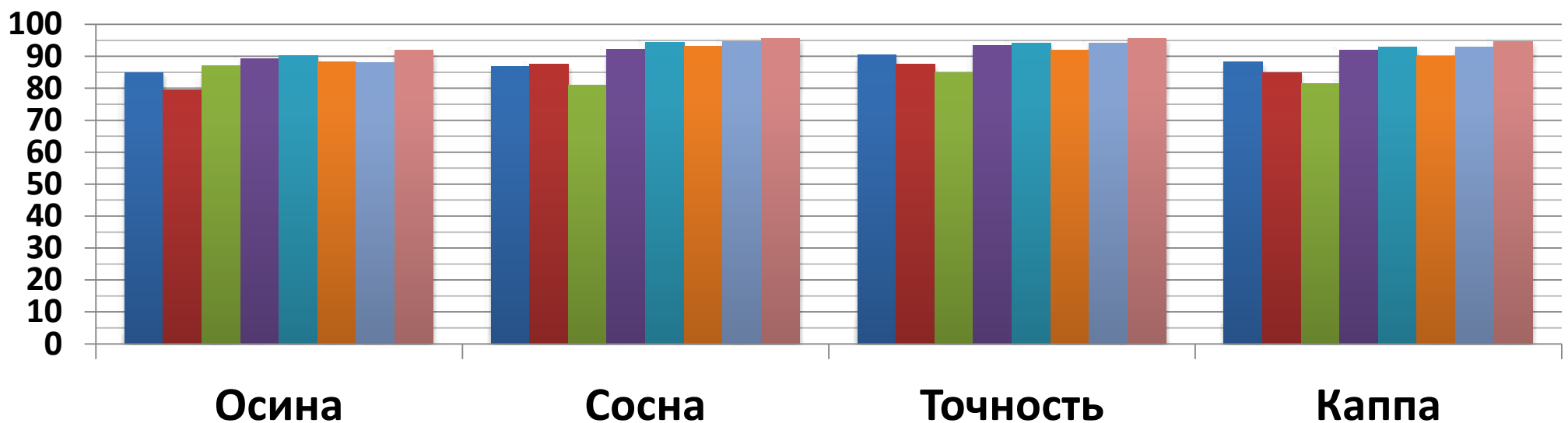
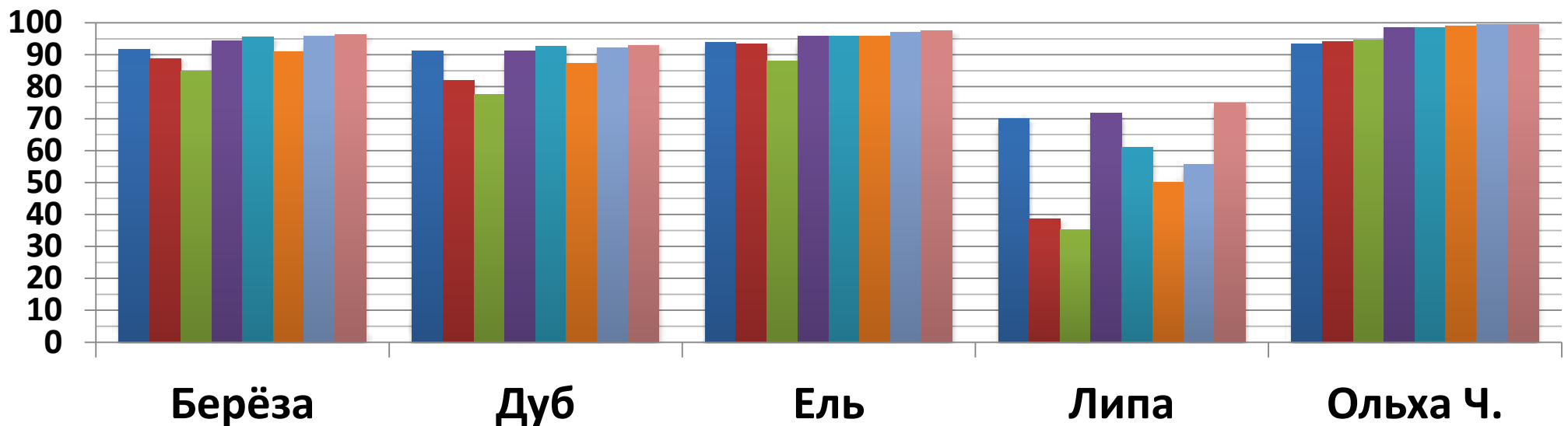
Статистические метрики первого порядка – те же, что и для мультиспектра, поюс энергия (Energy), энтропия (Entropy) и однородность (Uniformity).
Нормализация каналов – как для текстур.

Формулы для вычисления метрик приводятся в дополнительных материалах к статье: Parmar C., Rios Velazquez E., Leijenaar R., Jermoumi M., Carvalho S., Mak R.H., et al. Robust Radiomics Feature Quantification Using Semiautomatic Volumetric Segmentation // PLoS ONE. 2014. Vol. 9. №7. P. 102–107. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102107>

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ МОДЕЛЕЙ: ПРИЗНАКИ

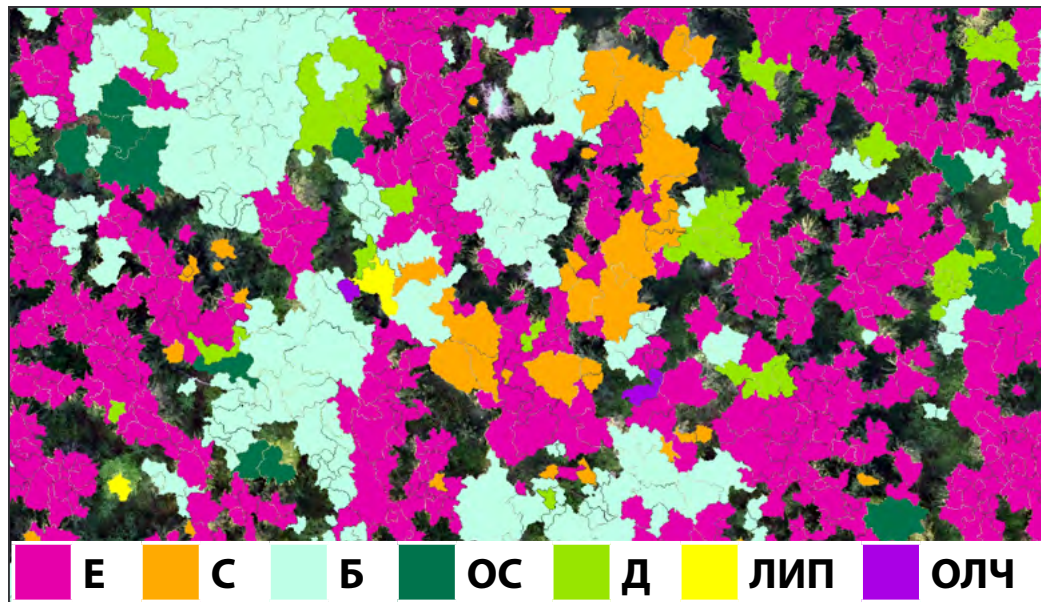


ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ МОДЕЛЕЙ: СЕЗОНЫ

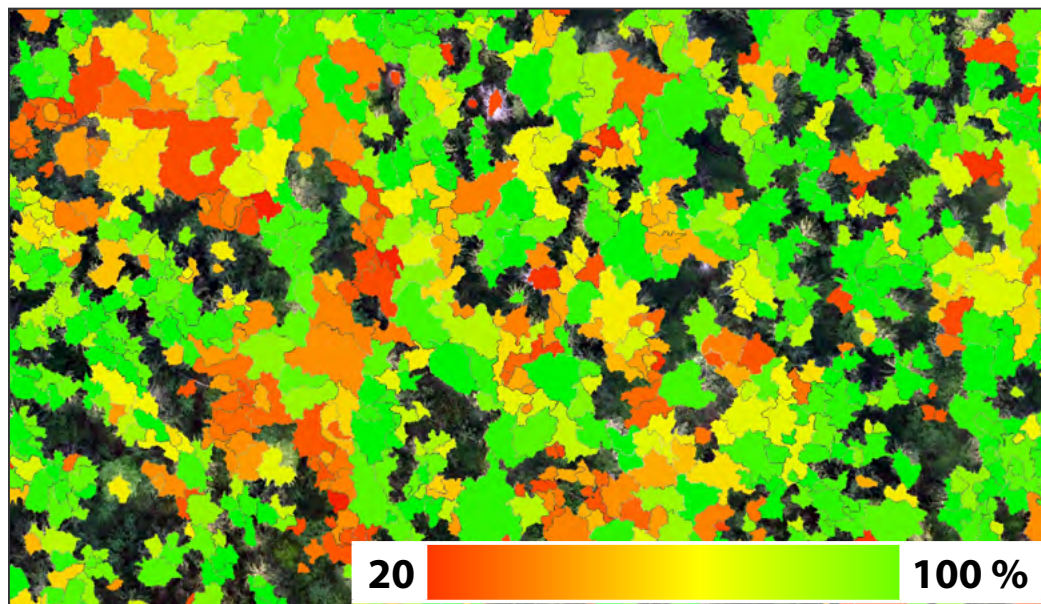
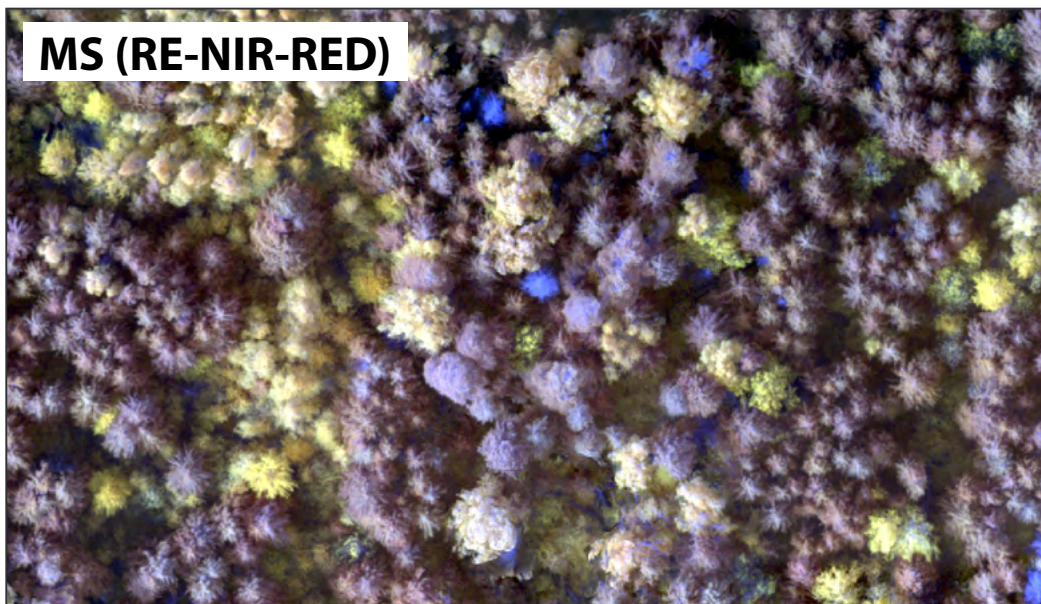


РЕЗУЛЬТАТ КЛАССИФИКАЦИИ

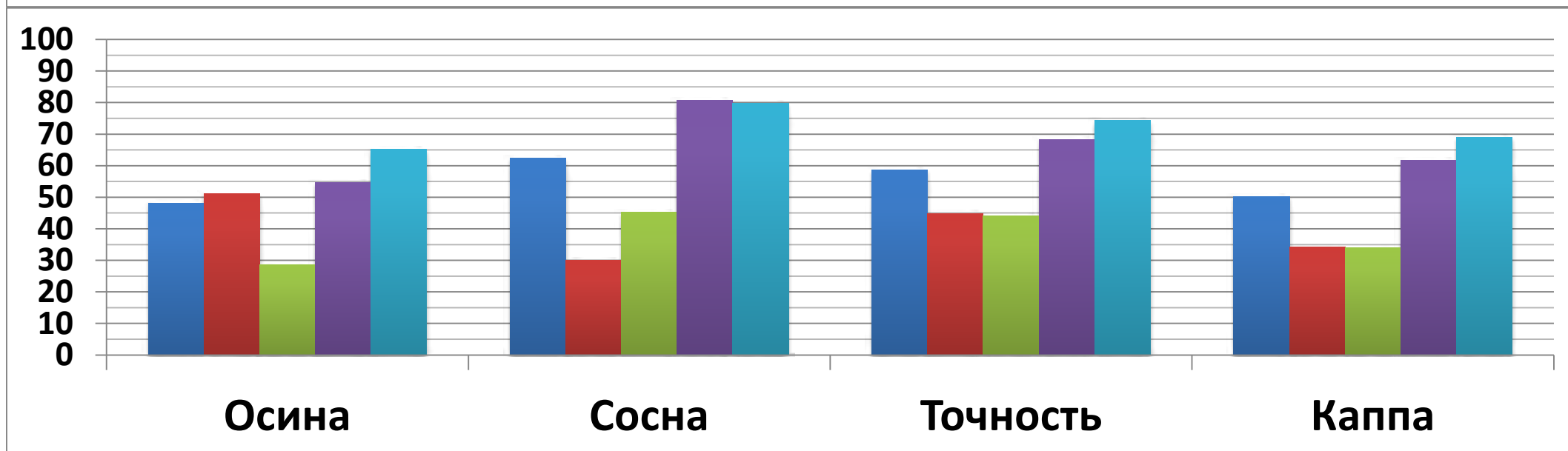
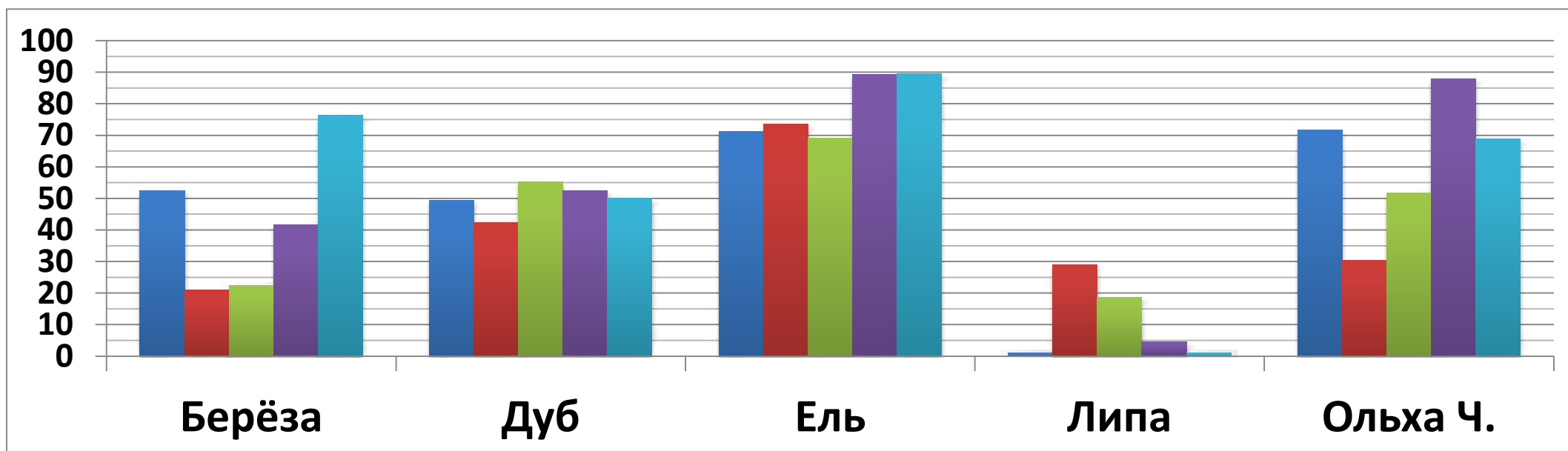
RGB



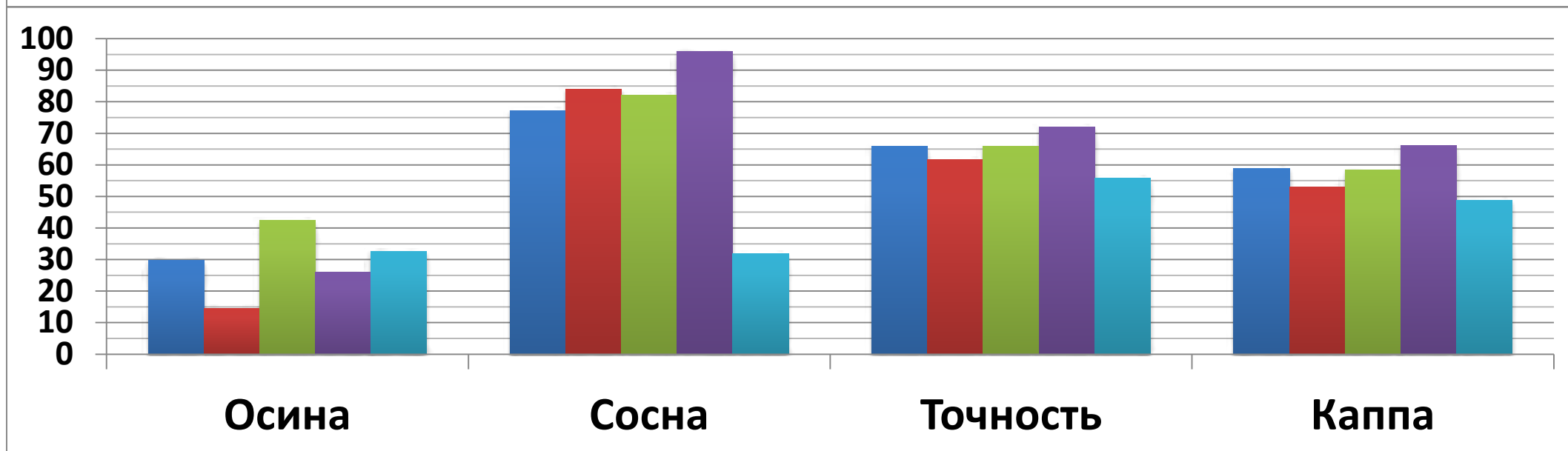
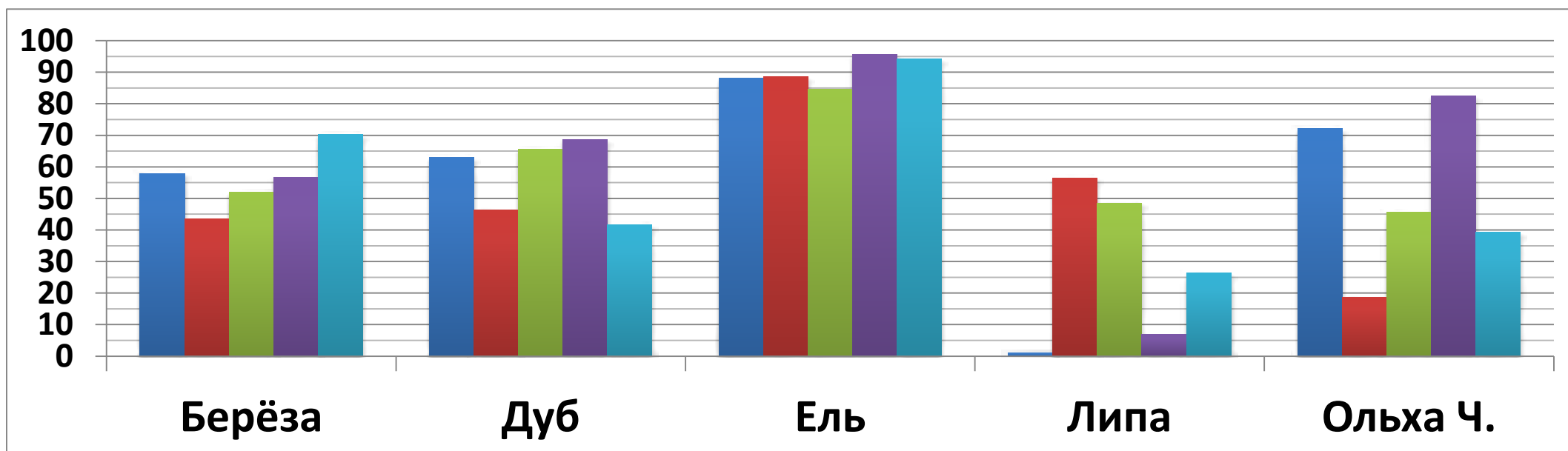
MS (RE-NIR-RED)



ПЕРЕНОС МОДЕЛЕЙ: НОГИНСК -> ФРЯЗИНО



ПЕРЕНОС МОДЕЛЕЙ: ФРЯЗИНО -> НОГИНСК



ВЫВОДЫ

- Точность распознавания пород древостоев в рамках одного отофотоплана довольно высока – более 90%.
- Мультиспектральные признаки наиболее информативны, но текстурные и тоновые признаки с RGB-изображения уступают незначительно (~5% по итоговой точности). Совместное использование признаков разного типа немного поднимает точность распознавания (на 2-3%).
- Весна, в среднем, наиболее информативный сезон, однако информативность сезонов довольно индивидуальна для отдельных пород. Совместное использование разносезонных данных немного поднимает точность распознавания (на 3-5%).
- При переносе обученных классификационных моделей между участками точность распознавания снижается очень значительно (~20%).



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

*Е.А. Гаврилюк¹, А.Д. Никитина, Е.В. Тихонова, В.В. Каганов, Д.В. Ершов
ЦЭПЛ РАН, г. Москва*

¹e-mail: egor@ifi.rssi.ru

Исследование выполнено в рамках ГЗ ЦЭПЛ РАН «Методические подходы к оценке структурной организации и функционирования лесных экосистем» (№ АААА-А18-118052590019-7) при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №19-77-30015).

Москва, ИКИ РАН, 17 ноября 2020 года