Изменение растительного покрова Куршской косы по спутниковым данным за период 2007 – 2017 гг.

Князева С. В.*, Никитина А. Д.**, Эйдлина С. В.*, Тихонова Е. В.*, Гаврилюк Е. А.*, Королёва Н. В.*

***ФБГУ Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН (ЦЭПЛ РАН),**
****Факультет почвоведения МГУ им. М. В. Ломоносова**

Объект исследования

Национальный парк «Куршская коса»

Дата основания: 1987

Преобладающие породы деревьев

Цель работы

Выявление и оценка изменений растительного покрова территории национального парка "Куршская коса" за период 2007-2017 г. с использованием разновременных мультиспектральных спутниковых данных высокого разрешения.

Исследование выполнено в рамках госпрограммы РАН «Концепция спутникового мониторинга лесов», полевые наземные обследования проведены при финансовой поддержке РФФИ (проект 17-05-01129).

Характеристики используемых спутниковых данных

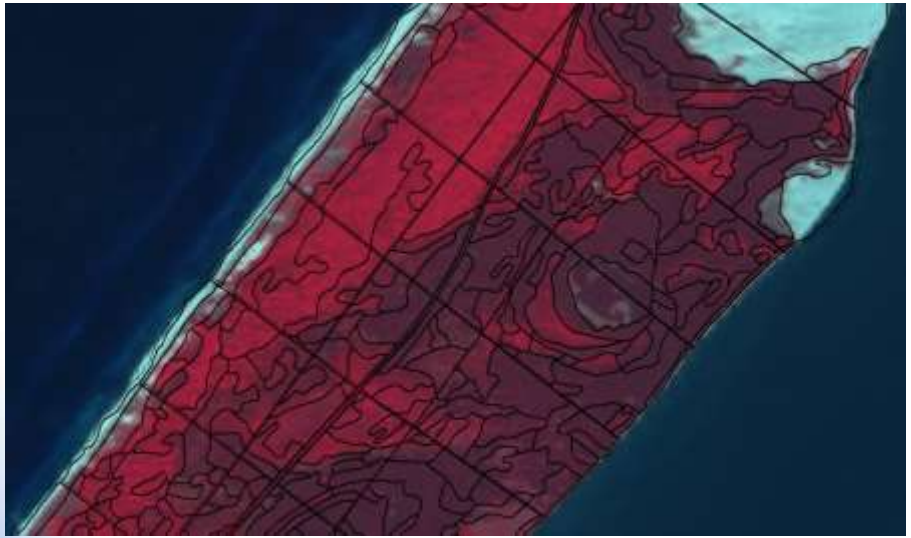
Спутник	Срок эксплуатации	Пространственное разрешение , м	Спектральный диапазон каналов, мкм	Дата съемки
Alos (Япония)	24 октября 2006 - 22 апреля 2011	10	зеленый: 0,52 – 0,6	11 июня 2007
			красный: 0,61 – 0,69	
			ближний ИК: 0,76 – 0,89	
Sentinel 2* (ЕС)	23 июня 2015 - - по н.в.	10	зеленый: 0,54-0,58	22 июня2016 11 января 2017
			красный: 0.65 – 0,68	
			ближний ИК: 0,78 – 0,9	

*Космический снимок взят из открытой базы EO Browser: apps.sentinel-hub.com

Совмещение используемых данных космической съемки SENTINEL 2 с таксационной базой лесоустроительных данных

Фрагменты разновременных космических снимков

ALOS

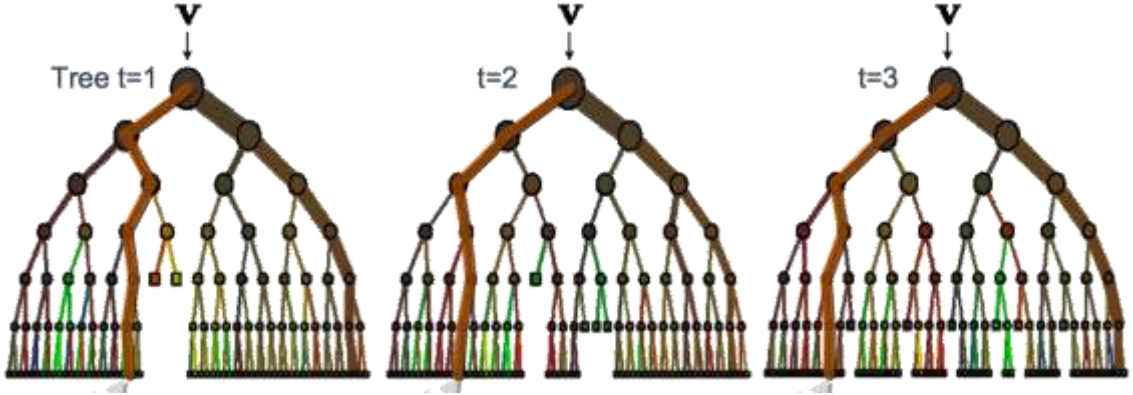


SENTINEL 2

Алгоритм классификации Random forest (Случайные леса)

- статистический метод, предназначенный для решения задач классификации и регрессии, предложенный Лео Брейманом в 2001 г.

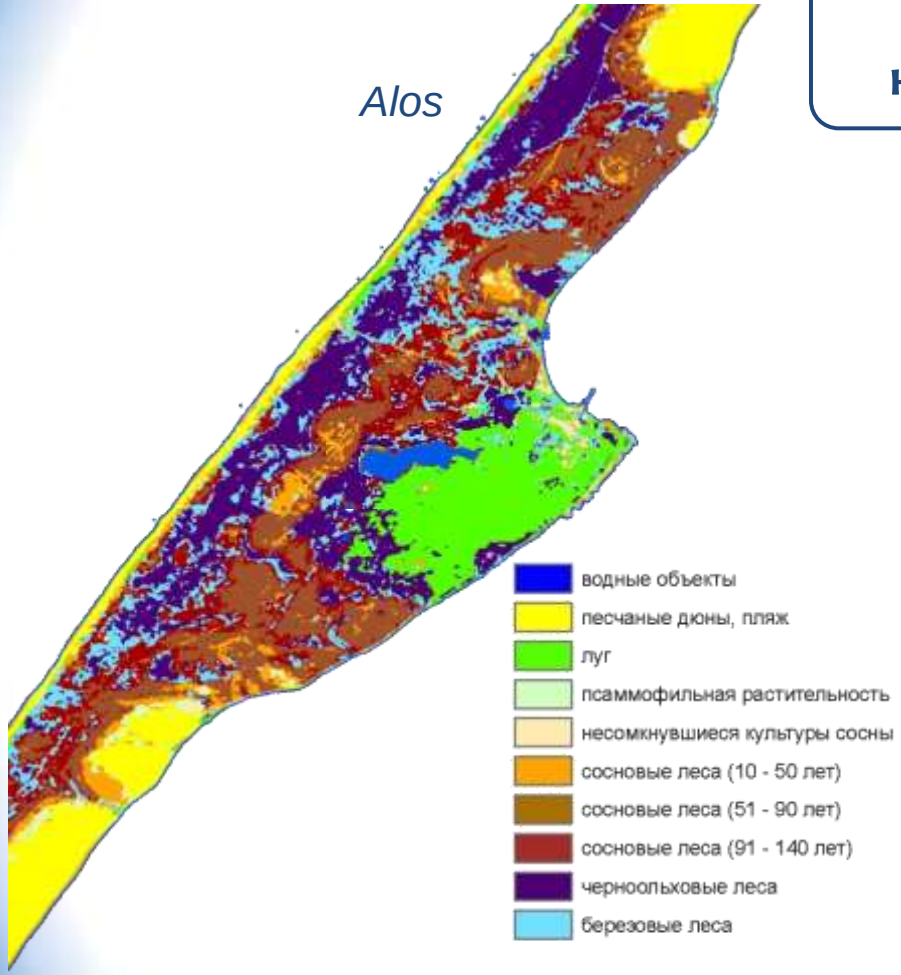
Он основан на построении большого числа (ансамбля) деревьев решений, каждое из которых строится по выборке, получаемой из исходной обучающей выборки.



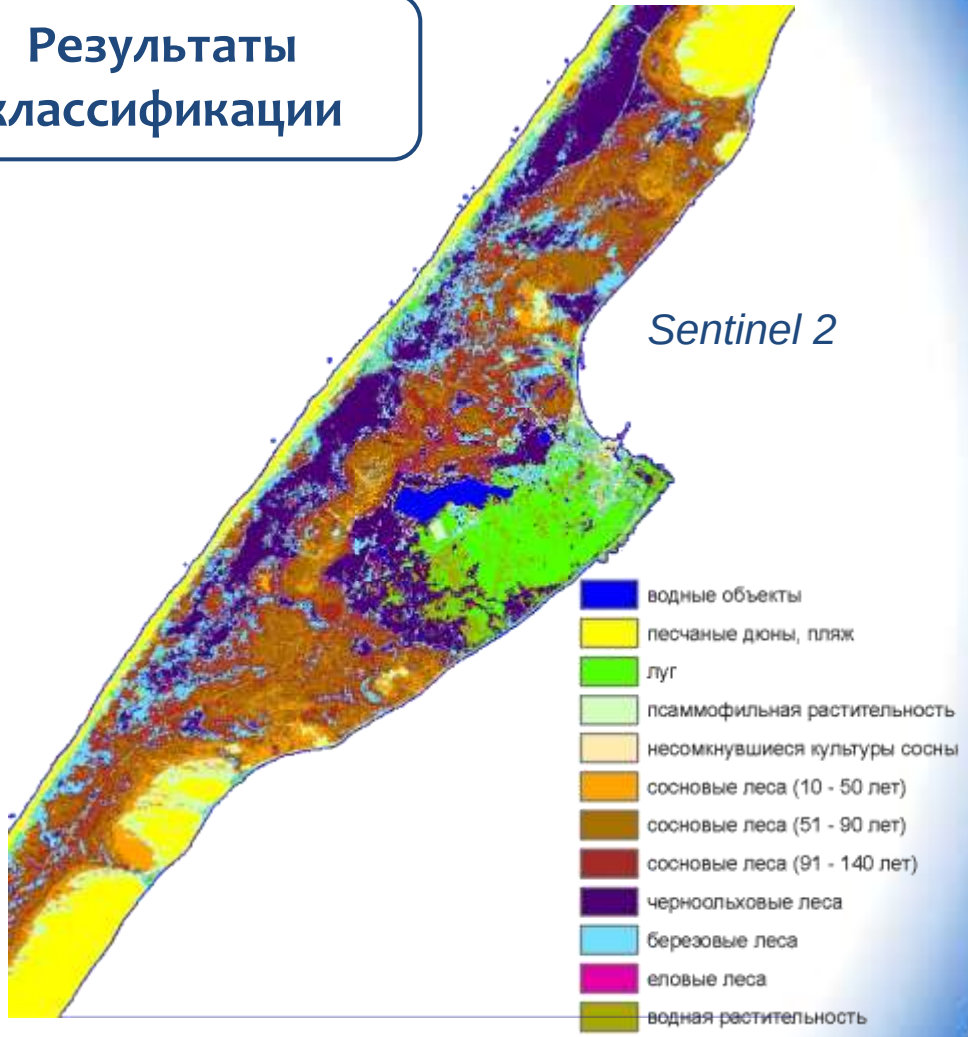
При построении каждого дерева используется только фиксированное число случайно отбираемых признаков обучающей выборки. Классификация проведена программными средствами свободно распространяемого пакета Rstudio.

Результаты классификации

Alos



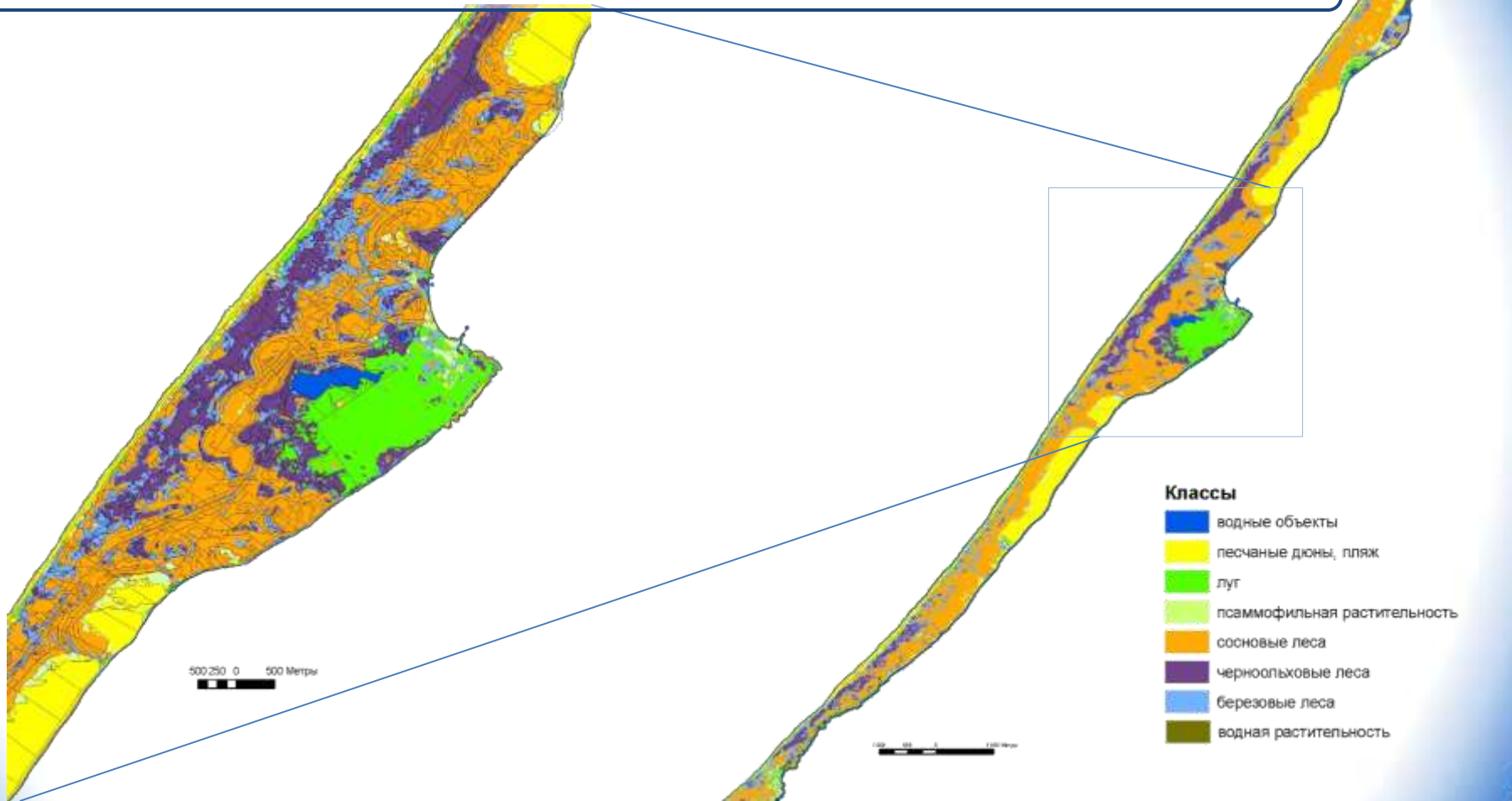
Sentinel 2



Матрица перепутывания для классификации снимка Alos

	Вода	Песок	Луг	Травянистая раститель-ность	Несомк-нувшиеся культуры	Сосняк молодой	Сосняк средне-возрастной	Сосняк спелый	Черно-ольшаник	Берез-няк	Водная раститель-ность	Ошибка классифи-кации
Вода	1191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Песок	0	8742	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Луг	0	0	847	0	0	0	0	0	17	5	13	0,04
Травянистая растительность	0	3	0	151	35	1	0	0	0	0	0	0,21
Несомкнувшиеся культуры	0	0	0	10	656	104	0	0	0	0	0	0,15
Сосняк молодой	0	0	0	0	82	1975	172	48	0	0	0	0,13
Сосняк средневозрастной	0	0	0	0	0	134	3874	529	0	17	0	0,15
Сосняк спелый	0	0	0	0	0	22	880	925	14	87	0	0,52
Черноольшаник	0	0	11	0	0	0	0	4	4195	330	5	0,08
Березняк	0	0	10	0	0	0	11	65	526	1466	4	0,30
Водная растительность	0	0	21	0	0	3	0	0	9	5	196	0,16

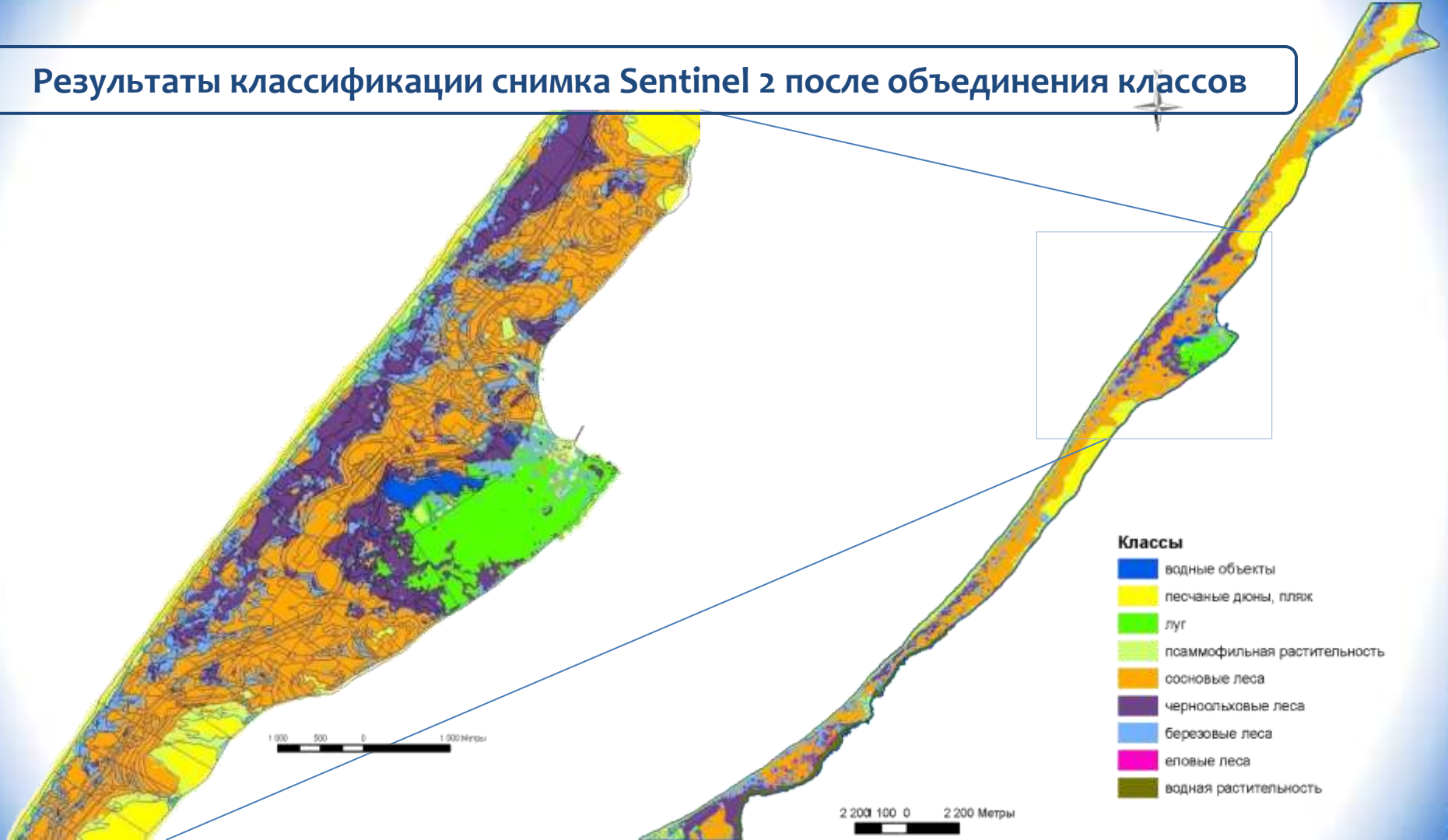
Результаты классификации снимка Alos после объединения классов



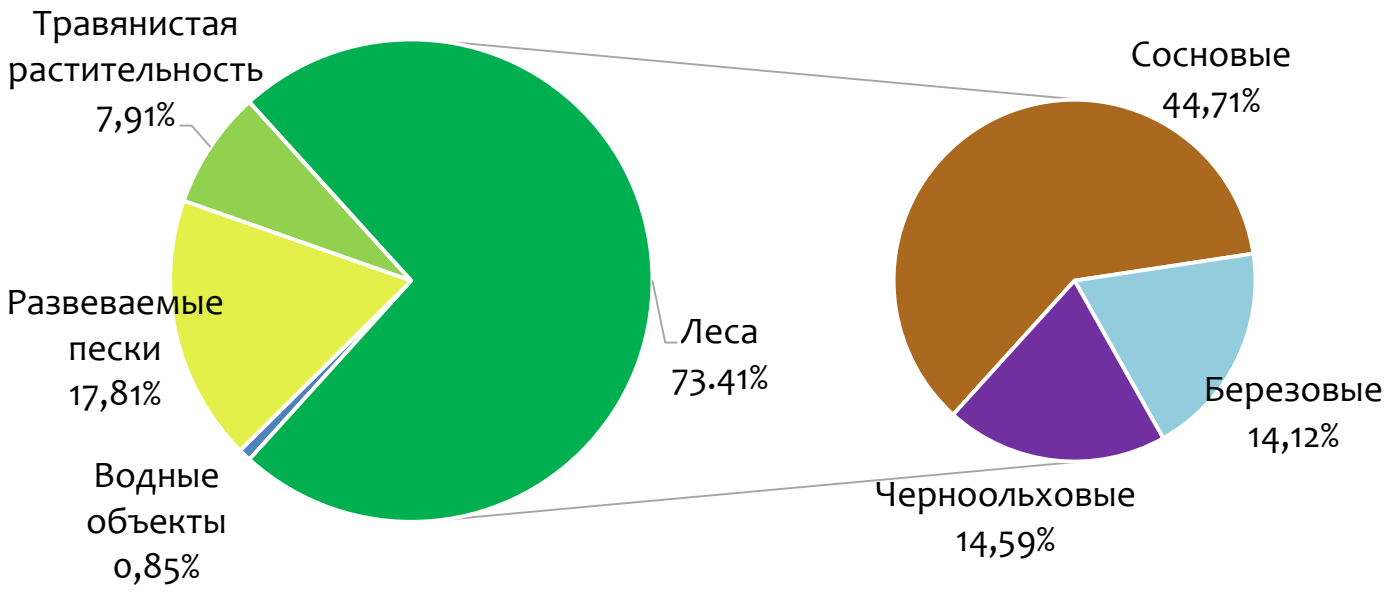
Матрица перепутывания для классификации снимка Sentinel 2

	Вода	Песок	Луг	Травянистая раститель-ность	Несомк-нувшиеся культуры	Сосняк молодой	Сосняк средне-возрастной	Сосняк спелый	Черно-ольшаник	Берез-няк	Ельник	Водная раститель-ность	Ошибка классифи-кации
Вода	193	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0,010
Песок	0	8360	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000
Луг	0	0	761	0	0	0	2	3	40	16	0	60	0,137
Травянистая растительность	0	1	0	161	4	1	0	0	0	0	0	0	0,036
Несомкнувшиеся культуры	0	0	0	8	31	0	0	0	0	0	0	0	0,205
Сосняк молодой	0	0	3	0	3	1374	754	124	1	31	1	1	0,401
Сосняк средневозрастной	0	0	2	0	0	588	3180	768	0	56	22	1	0,311
Сосняк спелый	0	0	1	0	0	63	1102	893	0	83	55	1	0,594
Черноольшаник	0	0	19	0	0	0	3	1	6418	350	2	9	0,056
Березняк	0	0	9	0	0	17	27	56	689	1382	3	5	0,368
Ельник	0	0	0	0	0	5	40	60	1	7	89	0	0,559
Водная растительность	0	0	64	0	0	1	2	0	24	7	0	153	0,390

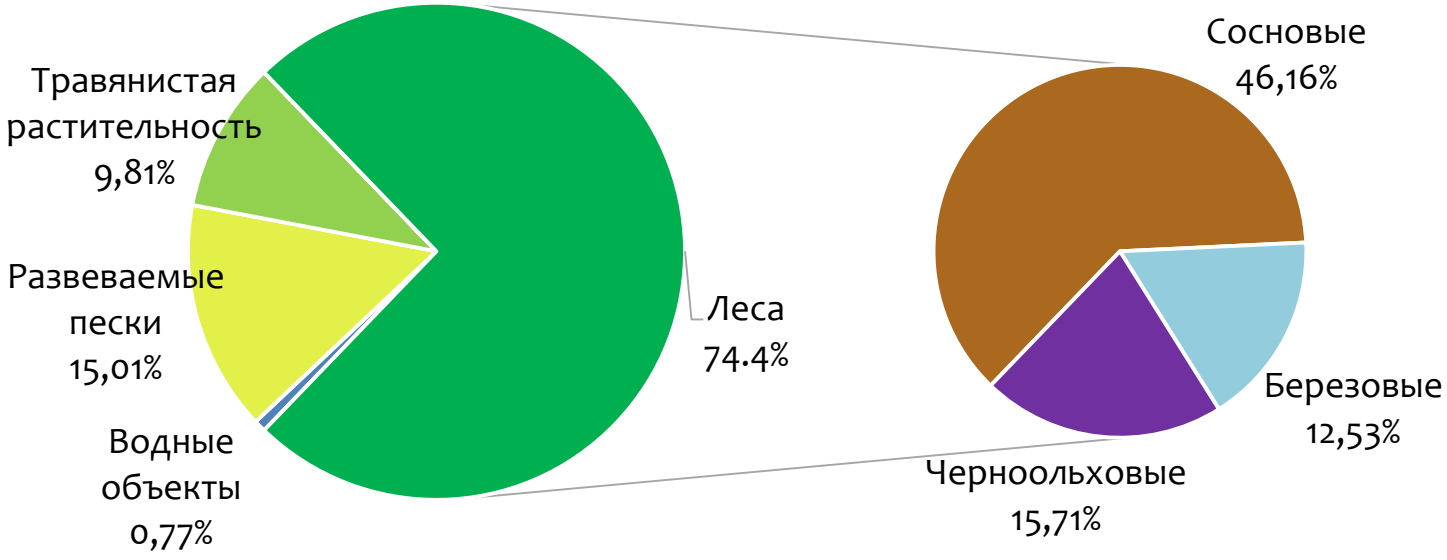
Результаты классификации снимка Sentinel 2 после объединения классов



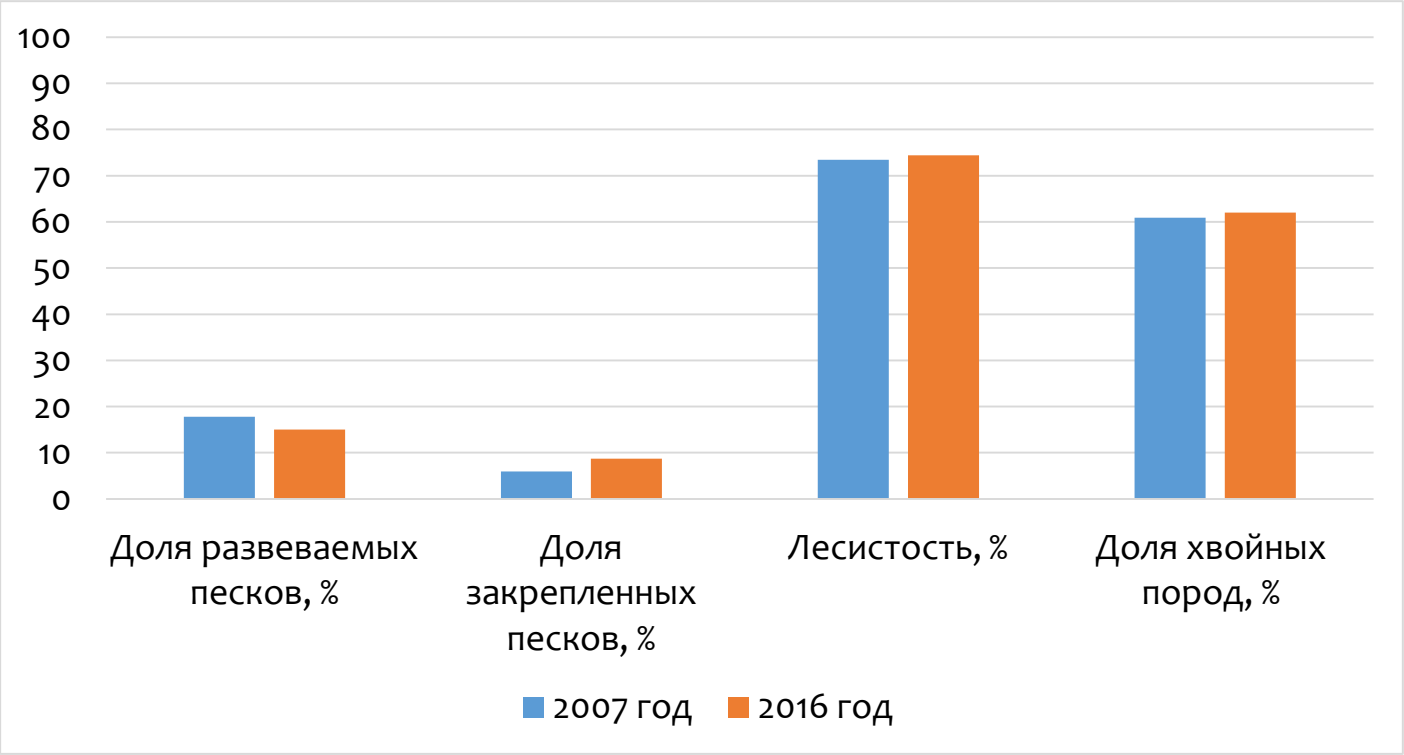
Доли дешифрируемых классов по данным Alos (2007 г.) для лесничества «Золотые дюны»



Доли дешифрируемых классов по данным Sentinel 2 (2016 г.) для лесничества «Золотые дюны»



Динамика показателей для территории лесничества «Золотые дюны»



Изменение лесистости за период 2007-2016 гг.

Изменение доли развеваемых песков за период 2007-2016 гг.

Полевые наземные обследования (4-19 августа 2017 г.)

1. Выделение пробных площадок 50х50, 30х30, 20х20 м в разных лесных сообществах.
2. Определение основных биометрических характеристик для яруса и отдельных деревьев, включающих высоту, возраст, диаметр, количество ослабленных и усыхающих деревьев.
3. Составление карт-схем древостоя пробных площадок
4. Проведение геоботанических описаний

Пробные площади для разных типов растительности на территории национального парка

Площадка 3. 30х30 м
Сосняк, 55 лет

Площадка 9. 20х20 м
Березняк, 50 лет

Площадка 8. 20х20 м
Несомкнувшиеся культуры сосны

Выделено 15 площадок (ключевых участков)

12– в сосняках разного возраста,

1 – в березняке, 1 – в черноольшанике, 1 – в ельнике

Примеры данных наземных обследований растительности, введенных в базу геоботанических данных ЦЭПЛ РАН, организованную на основе программных средств My SQL

MySQL Query Browser - Connection: root@localhost:3306 / kurshkosa

File Edit View Query Script Tools Window MySQL Enterprise Help

Transaction Explain Compare

Resultset 1

SQL Query Area

```
1 SELECT * FROM plot_description p;
2
```

Plot_Id	Plot_num...	Plot_name	Ass_DATE	Mean_Age	Strata
3301	1	KK17-01	2017-08-06	110	Сосняк спелый 110-115 лет
3302	2	KK17-02	2017-08-07	40	Сосняк средневозрастной 40-45 лет разреженн
3303	3	KK17-03	2017-08-07	55	Сосняк средневозрастной 55 лет плотный
3304	4	KK17-04	2017-08-08	75	Сосняк средневозрастной 75 лет
3305	5	KK17-05	2017-08-09	75	Сосняк средневозрастной 75 лет
3306	6	KK17-06	2017-08-11	20	Сосняк молодой 20 лет Королевский бор
3307	7	KK17-07	2017-08-11	90	Ельник Королевский бор 90 лет
3308	8	KK17-08	2017-08-12	4	Молодые посадки сосны + береза(самосев) на
3309	9	KK17-09	2017-08-13	50	Березняк 50 лет
3310	10	KK17-10	2017-08-13	75	Черноольшаник 75 лет
3311	11	KK17-11	2017-08-14	10	Сосняк молодой 10 лет, у биостанции на дюне
3312	12	KK17-12	2017-08-14	20	Сосняк молодой 20-25 лет, у биостанции на дю
3313	13	KK17-13	2017-08-15	55	Сосняк средневозрастной 55-60 лет, Танцующа
3314	14	KK17-14	2017-08-15	90	Сосняк спелый 90 лет, дорога к Танцующему л
3315	15	KK17-15	2017-08-15	100	Сосняк спелый 100-105 лет, у озера Чайка

Tree_ID	POP_ID	Tree_Number	Species_lat	Height	Circ_stem	Age	Note	Diam
3301012	3301	12	Pinus sylvestris		66		наклонена, облом кроны	21,01910828
3301013	3301	13	Pinus sylvestris		83		наклонена на ЮВ	26,43312102
3301014	3301	14	Pinus sylvestris	13	104		облом вершины	33,12101911
3301015	3301	15	Pinus sylvestris	17	85			27,07006369
3301016	3301	16	Pinus sylvestris		87			27,70700637
3301017	3301	17	Pinus sylvestris		57		сухая	18,15286624
3301018	3301	18	Pinus sylvestris	16	67			21,33757962
3301019	3301	19	Pinus sylvestris		100			31,84713376
3301020	3301	20	Pinus sylvestris		45		сухая	14,33121019
3301021	3301	21	Pinus sylvestris		50		сухая, слом ствола	15,92356688
3301022	3301	22	Pinus sylvestris		61			19,42675159
3301023	3301	23	Pinus sylvestris		73			23,24840764
3301024	3301	24	Pinus sylvestris	16	74		вершина наклонена СВ	23,56687898
3301025	3301	25	Pinus sylvestris		53		угнетена, однобокая крона	16,87898089
3301026	3301	26	Pinus sylvestris		51		угнетена	16,24203822
3301027	3301	27	Pinus sylvestris		59		однобокость	18,78980892
3301028	3301	28	Pinus sylvestris		85			27,07006369
3301029	3301	29	Pinus sylvestris		78			24,84076433
3301030	3301	30	Pinus sylvestris	14	47		сухая	14,96815287
3301031	3301	31	Pinus sylvestris	12	58		сухая	18,47133758
3301032	3301	32	Pinus sylvestris		85			27,07006369
3301033	3301	33	Pinus sylvestris		93		сухая	29,61783439
3301034	3301	34	Pinus sylvestris		32			10,1910828

1640 rows fetched in 0,0648s (0,0054s)

Edit

Спутниковые данные высокого разрешения, полученные отечественными съемочными системами

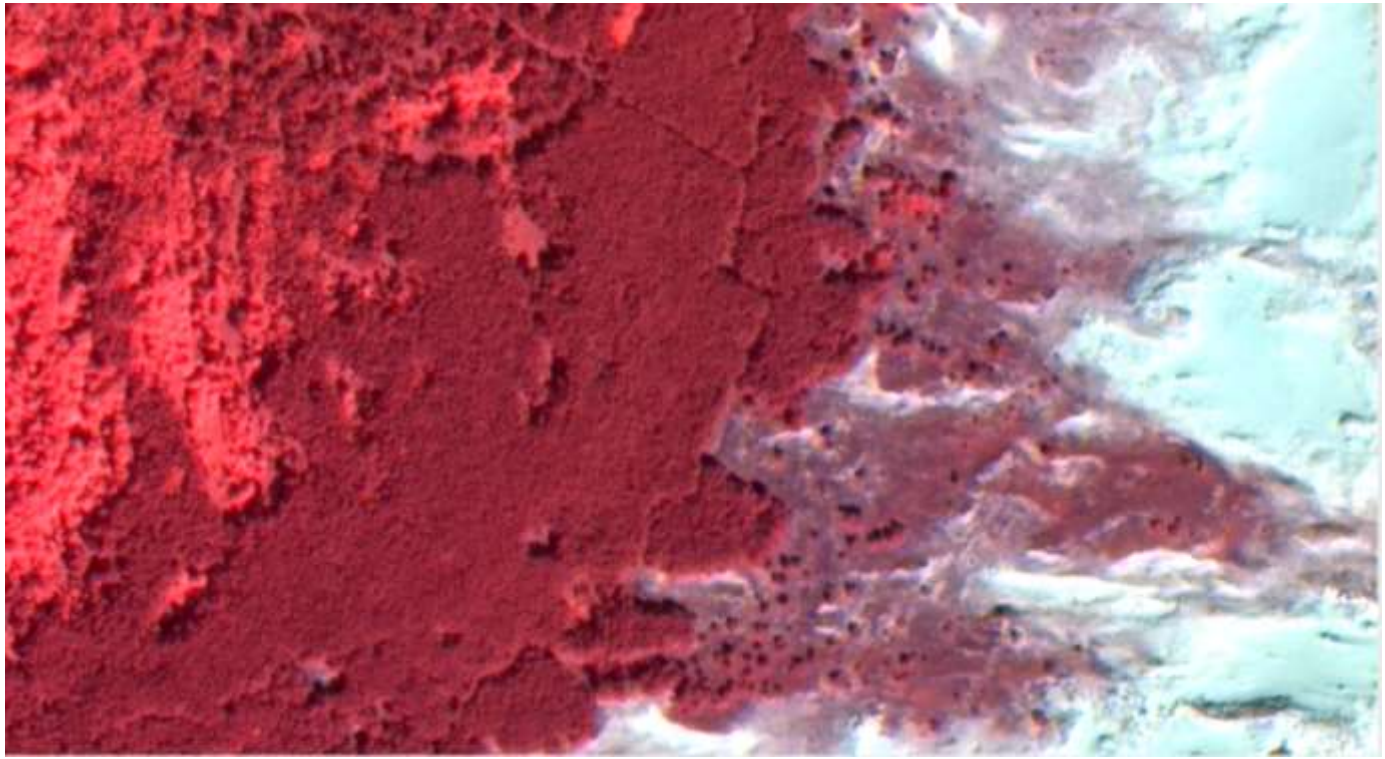
Канопус-В, май 2017

Ресурс-П (Геотон-Л), июль 2017

Характеристики российских космических съемочных систем

Спутник	Срок эксплуатации	Пространственное разрешение, м	Спектральный диапазон каналов, мкм	Дата съемки
Канопус -В	22 июня2012 – по н.в.	2,5	панхроматический: 0,54-0,86	24 мая 2017
		12	синий 0,46-0,52	
			зеленый: 0,51 – 0,6	
			красный: 0,63 – 0,69	
			ближний ИК: 0,75 – 0,84	
Ресурс-П (Геотон-Л1)	25 июня 2013 - по н.в.	1	панхроматический: 0,54-0,84	10 июля 2017
		3	зеленый: 0,53-0,59	
			красный: 0.63 – 0,68	
			ближний ИК: 0,78 – 0,86	

Фрагменты космических снимков, разного пространственного разрешения, полученных со спутников Канопус и Геотон



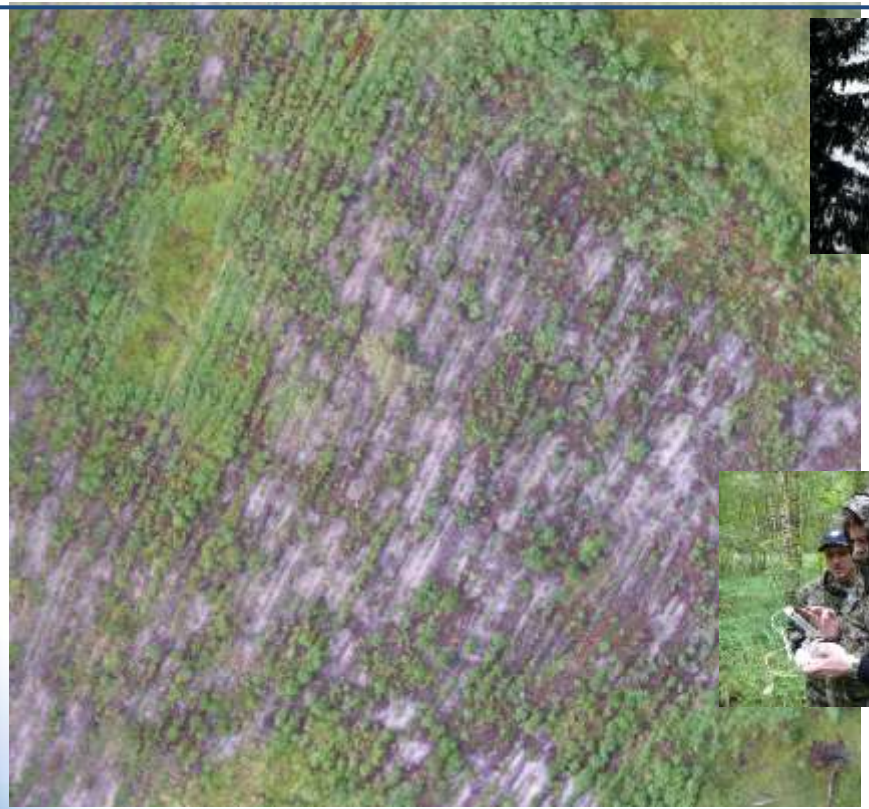
Перспектива работ на территории НП «Куршская коса»

В 2018 году планируется провести при финансовой поддержке РФФИ по проекту «Оценка биометрических и морфоструктурных параметров лесных фитоценозов на основе детальной аэрокосмической съемки» (17-05-01129) съемочные работы с БПЛА (квадрокоптер DJI Phantom 3 Advanced) на разных высотах (50-300 м) для выбранных площадок и продолжить полевые геоботанические обследования.

Съемка с БПЛА в заповеднике «Брянский лес», 2016 г.

Квадрокоптер DJI Phantom 3 Advanced

Посадки сосны на вырубке, высота съемки 50 м



Фрагмент лиственного леса, высота съемки 100м

Спасибо за внимание!