

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

Анализ изменений растительности национального парка «Куршская коса» на основе спутниковых данных высокого пространственного разрешения

13
14
15

Никитина А.Д., Князева С.В.,
Гаврилюк Е.А., Королева Н.В., Эйдлина С.П.

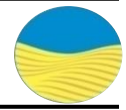


ФГБУН «Центр по проблемам экологии
и продуктивности лесов РАН», Россия



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18

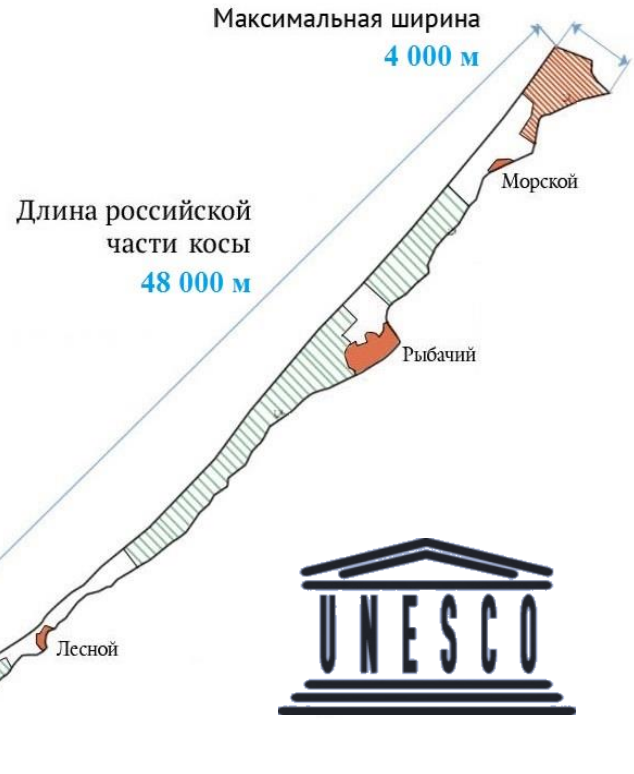
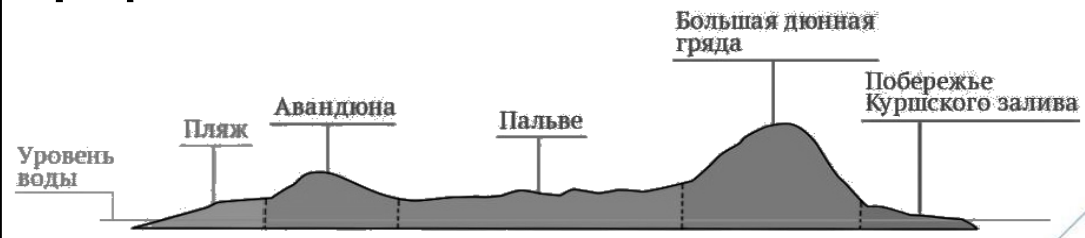
Национальный парк «Куршская коса»



Преобладающие породы деревьев



Профиль косы



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19

Цель исследования

Оценка изменений площадной структуры основных типов растительного покрова национального парка "Куршская коса" за период 2007-2017 гг. на основе мультиспектральных спутниковых данных высокого пространственного разрешения

Используемые спутниковые данные

Спутник	Срок эксплуатации	Пространственное разрешение, м	Дата съемки
ALOS/ AVNIR-2 (Япония)	24 октября 2006 – 22 апреля 2011	10	11 июня 2007 г.
Sentinel-2 (2A)*/MSI (ЕС)	23 июня 2015 – н.в.	10	20 июля 2017 г.

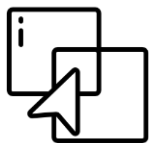
Предварительная обработка космических снимков

Исходные данные: предварительная обработка уровня 1С

Дополнительная обработка:



синтез зональных изображений



совмещение с
картографическими
лесоустроительными данными



вырезание фрагмента
многозонального изображения на
территорию национального парка



Методы автоматизированного дешифрования

→ **Метод максимального правдоподобия (maximum likelihood classification)**
отнесение объекта к тому или иному классу основывается на значении найденной максимальной вероятности

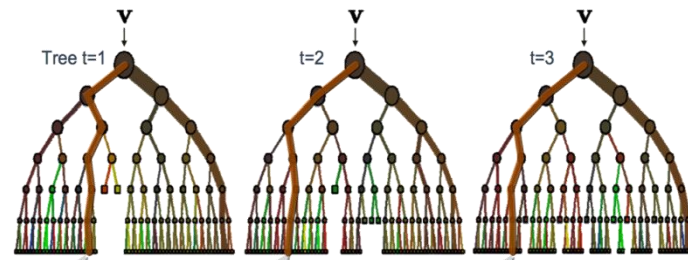
- возможно использование **априорных вероятностей**



- количество пикселей каждого класса, используемых в классификации **/all/**
- доля эталонов, отнесенных к обучающей выборке **/0.5/**

→ **Метод случайного леса (random forest)**

классификация объектов проводится путём голосования: каждое дерево, построенное по индивидуальной обучающей выборке, относит объект к одному из классов: побеждает класс, за который проголосовало большее число деревьев



- количество пикселей каждого класса, используемых в классификации **/all/**
- количество деревьев **/1000/**

Данные для обучения классификатора

- Таксационная база данных лесоустройства 2003 г.
- Данные полевых наземных обследований растительности на территории НП в 2017 году (15 пробных площадей)

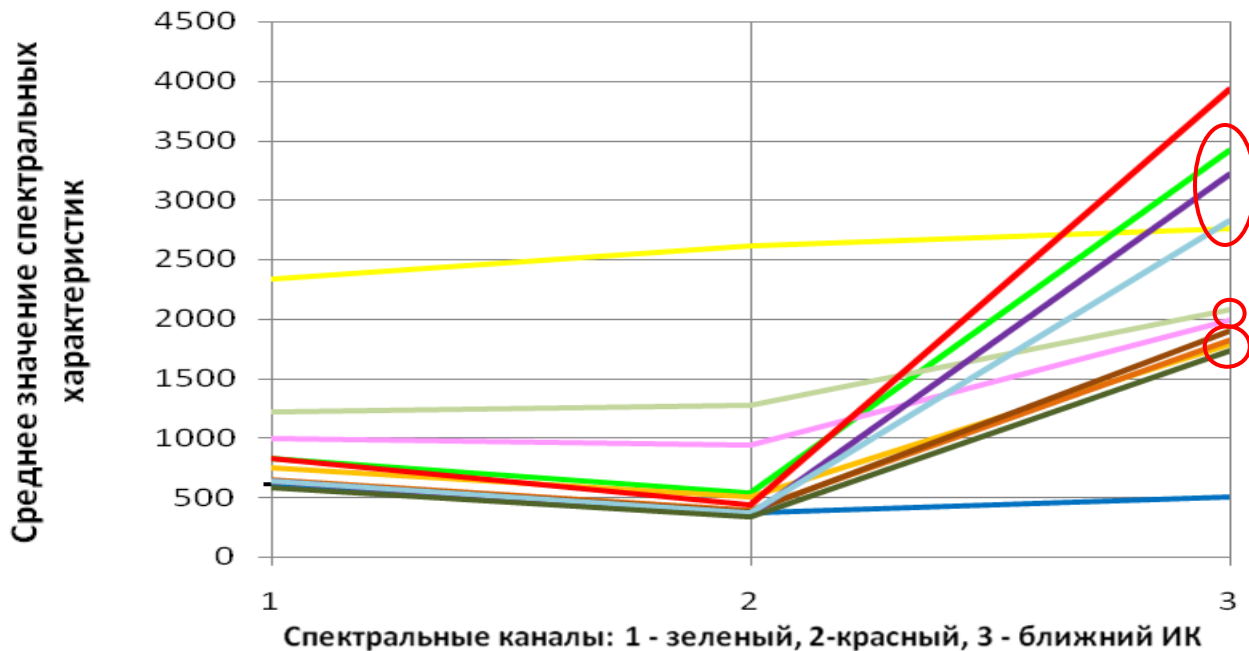


Площадка 8. 20x20 м
Несомкнувшиеся
культуры сосны

Площадка 3. 30x30 м
Сосняк, 55 лет



Спектральные характеристики эталонов на примере Sentinel-2



Водные объекты

Песок

Луговая растительность

Псаммофильная растительность

Несомкнувшиеся культуры сосны

Сосняк молодой

Сосняк средневозрастной

Сосняк старовозрастной

Черноольшанник

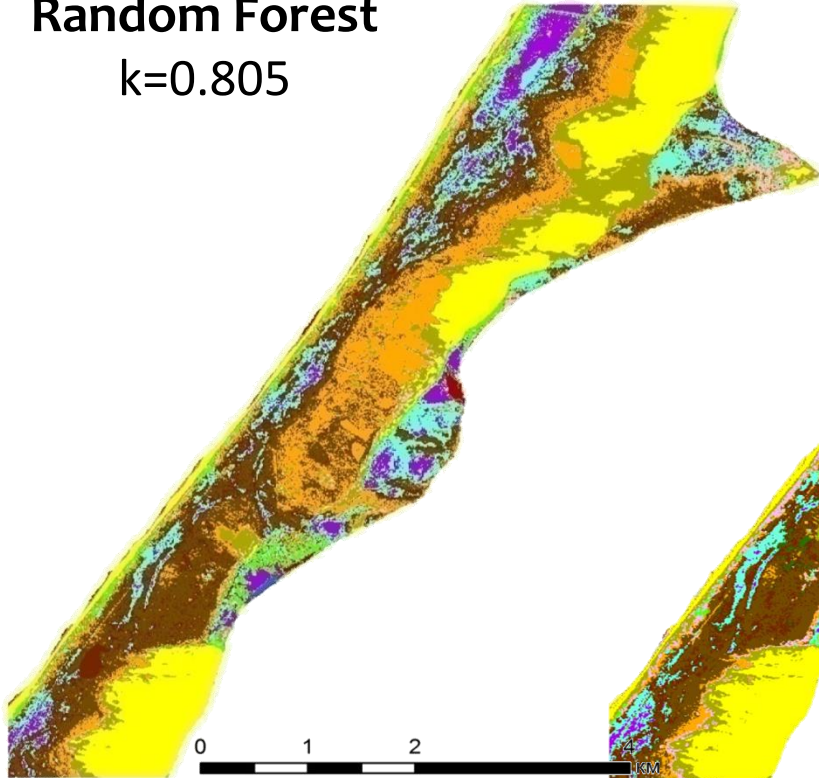
Березняк

Ельник

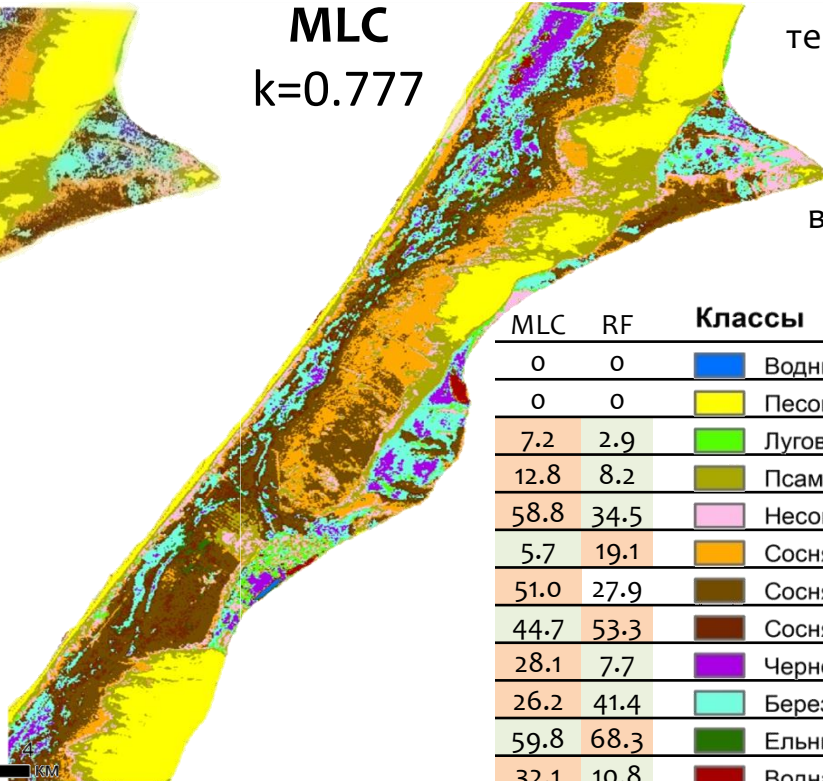
Водная растительность

Результаты классификации снимка Sentinel-2 (2017 г.)

Random Forest
k=0.805



MLC
k=0.777



Фильтрация тематических растров с использованием функции анализа окрестностей при выборе скользящего окна 3x3.

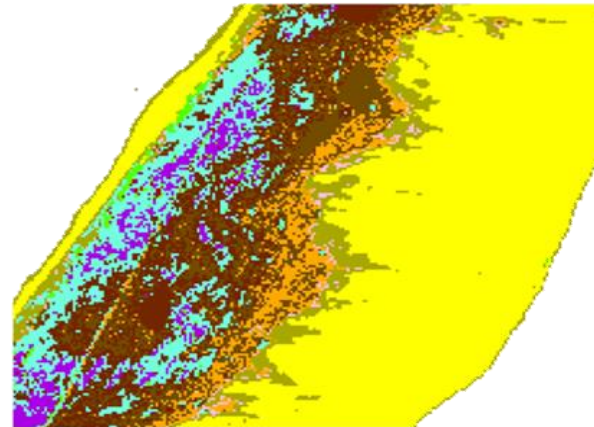
MLC	RF	Классы
0	0	Водные объекты
0	0	Песок
7.2	2.9	Луговая растительность
12.8	8.2	Псаммофильная растительность
58.8	34.5	Несомкнувшиеся культуры сосны
5.7	19.1	Сосняки молодые
51.0	27.9	Сосняки средневозрастные
44.7	53.3	Сосняки старовозрастные
28.1	7.7	Черноольшаники
26.2	41.4	Березняки
59.8	68.3	Ельники
32.1	10.8	Водная растительность

Результаты классификации, метод Random Forest

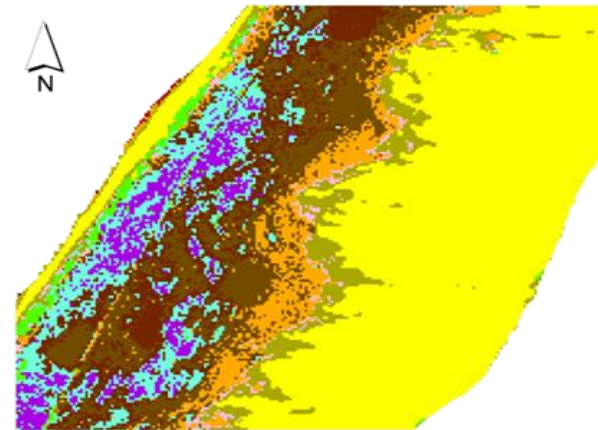
Alos (2007 г.)	Sentinel 2 (2016 г.)	Sentinel 2 (2017 г.)
k=0.825	k=0.800	k= 0.805

Классы

- Водные объекты
- Песок
- Луговая растительность
- Псаммофильная растительность
- Несомкнувшиеся культуры сосны
- Сосняки молодые
- Сосняки средневозрастные
- Сосняки старовозрастные
- Черноольшаники
- Березняки



0 0.25 0.5 1
KM



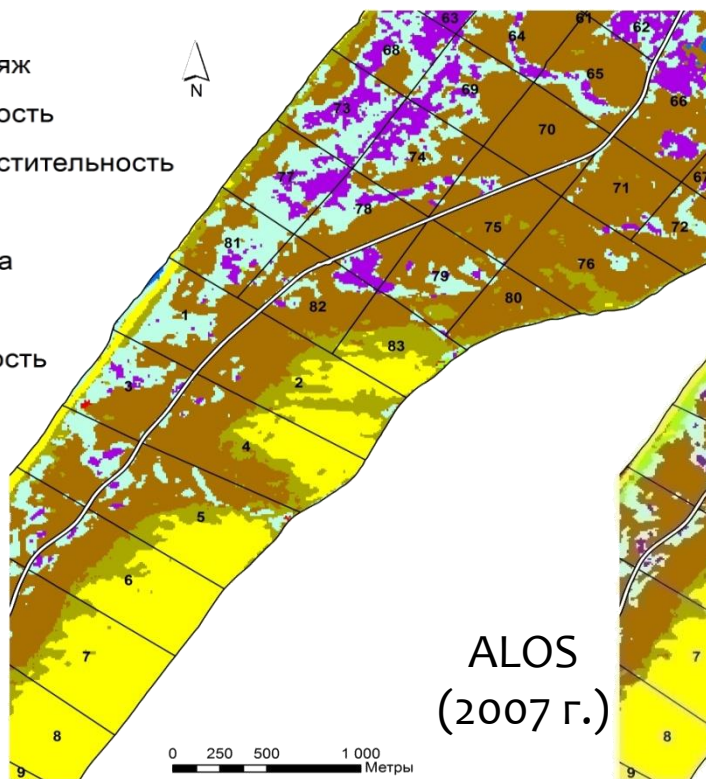
Матрица ошибок | классификация снимка ALOS (2007 г.)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Ошибка классификации
1. Вода	933	0	0	1	0	3	14	3	0	6	5	3.3
2. Песок	0	14469	0	5	0	3	0	0	0	0	0	0.1
3. Луг	1	0	4280	0	0	0	0	0	39	8	14	1.4
4. Псаммофильная растительность	0	10	0	297	7	76	0	0	0	0	0	23.8
5. Несомкнутые культуры	0	0	0	14	45	53	0	1	0	0	0	60.2
6. Сосняк молодой	0	7	0	60	35	4288	954	107	2	14	0	21.6
7. Сосняк средневозрастной	2	0	0	3	1	558	6756	1275	5	34	4	21.8
8. Сосняк старовозрастной	2	0	0	0	0	23	1918	2288	24	177	2	48.4
9. Черноольшаник	0	2	41	1	0	4	6	21	9381	663	23	7.5
10. Березняк	2	0	16	0	0	6	31	187	1151	2142	8	39.5
11. Водная растительность	4	0	19	0	0	2	6	1	14	6	353	12.8

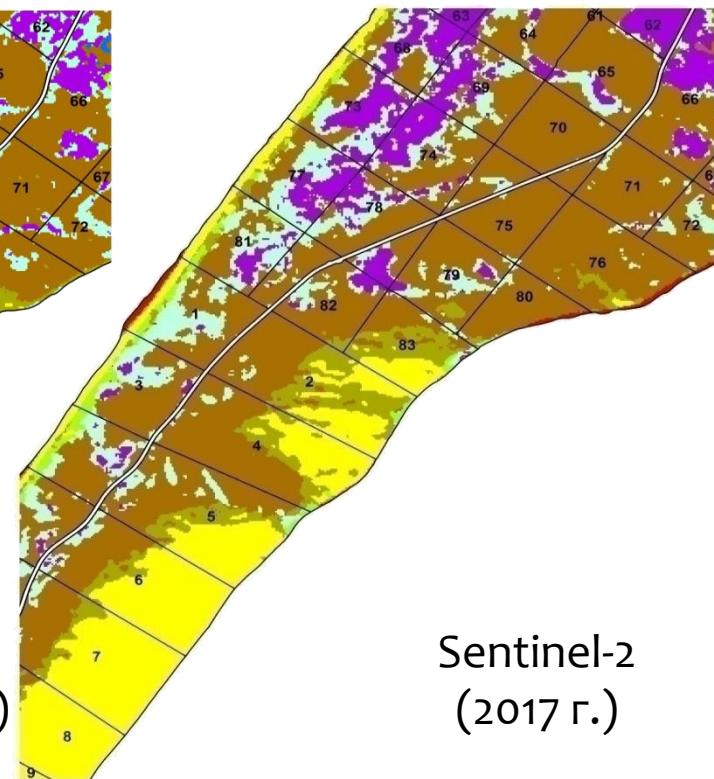
Данные для построения карт

Классы

- Водные объекты
- Песчаные дюны, пляж
- Луговая растительность
- Псаммофильная растительность
- Сосновые леса
- Черноольховые леса
- Березовые леса
- Водная растительность



ALOS
(2007 г.)



Sentinel-2
(2017 г.)

Показатели динамики растительного покрова НП «Куршская коса»

- **площадные параметры**, характеризующие устойчивость крупных классов природных объектов территории полуострова
- **предложены** для организации и ведения экологического мониторинга дистанционными методами **на территории ООПТ**, в т.ч. **Куршской косы** (Малышева Н.В. и др., 2002; Князева С.В., 2006)

$$\text{ЛЕСИСТОСТЬ} = \frac{\sum S_{\text{лесных классов}}}{S_{\text{общ}}} * 100\%$$

$$\text{ДОЛЯ ХВОЙНЫХ} = \frac{\sum S_{\text{хвойных классов}}}{\sum S_{\text{лесных классов}}} * 100\%$$

$$\text{ДОЛЯ РАЗВЕВАЕМЫХ ПЕСКОВ} = \frac{S_{\text{песков}}}{S_{\text{общ}}} * 100\%$$

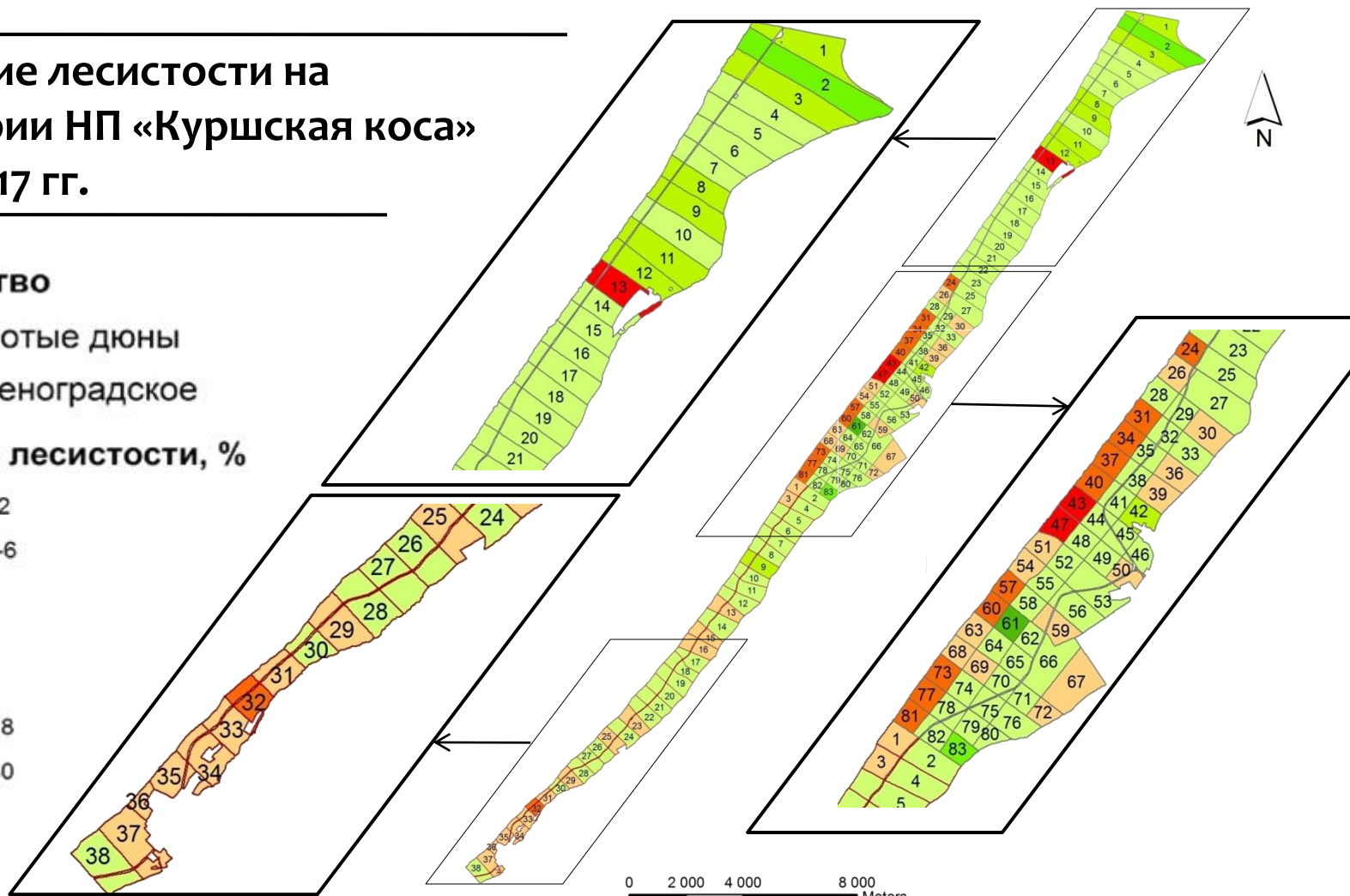
$$\text{ДОЛЯ ЗАКРЕПЛЕННЫХ ПЕСКОВ} = \frac{S_{\text{псаммофильной раст.}} + S_{\text{несомкнувшихся культур}}}{S_{\text{общ}}} * 100\%$$

Изменение лесистости на территории НП «Куршская коса» в 2007-2017 гг.

Лесничество

- Золотые дюны
- Зеленоградское

Изменение лесистости, %

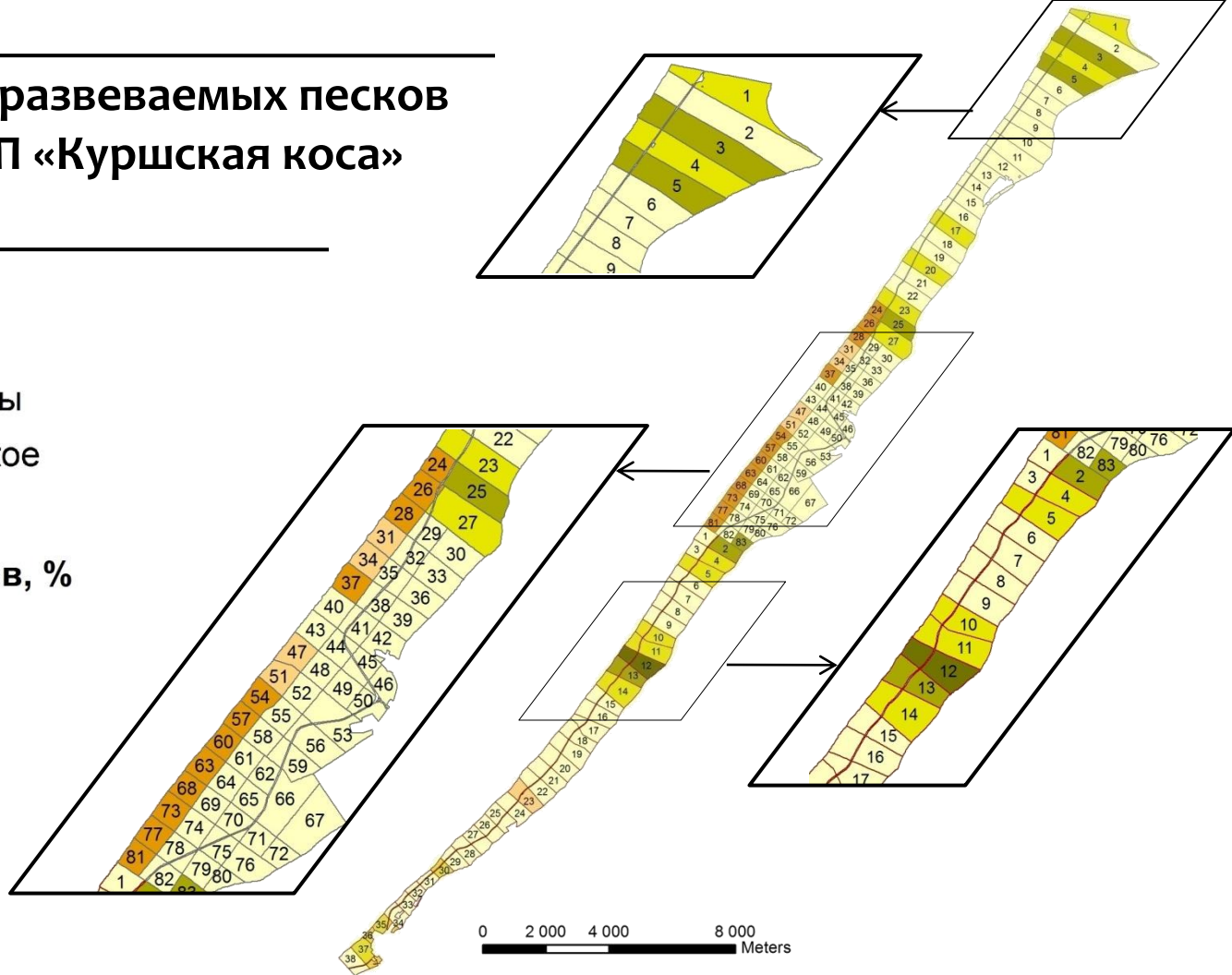
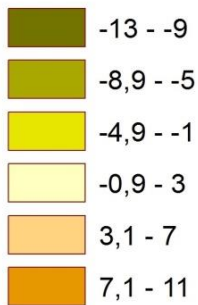


Изменение доли развееваемых песков на территории НП «Куршская коса» в 2007-2017 гг.

Лесничество

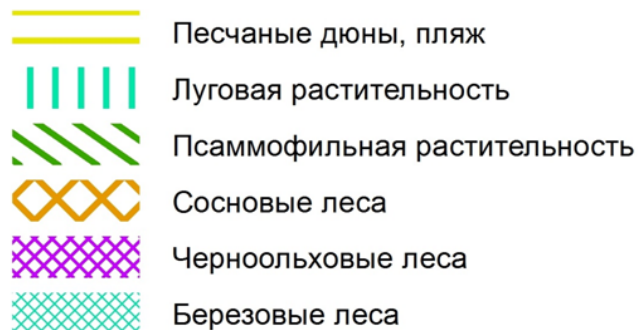
- Золотые дюны
- Зеленоградское

Изменение доли развееваемых песков, %

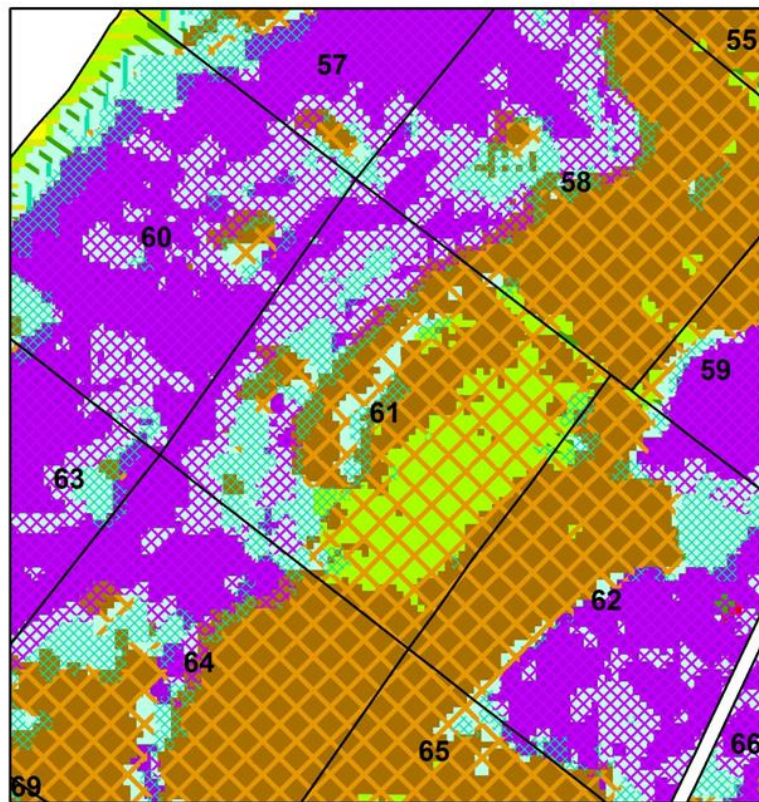
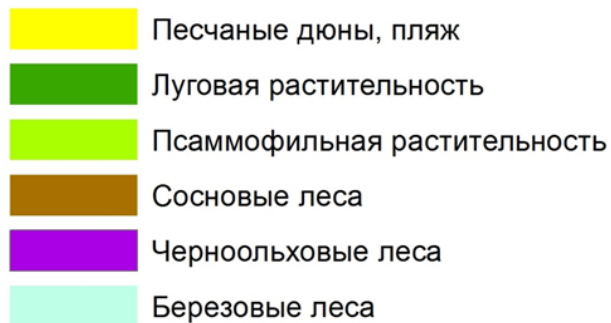


Фрагмент карты разновременного состояния растительности - 1

2017 г.



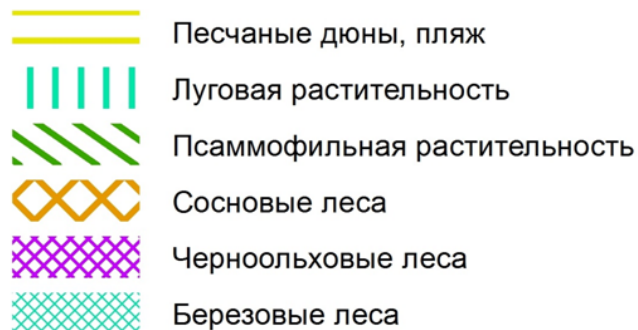
2007 г.



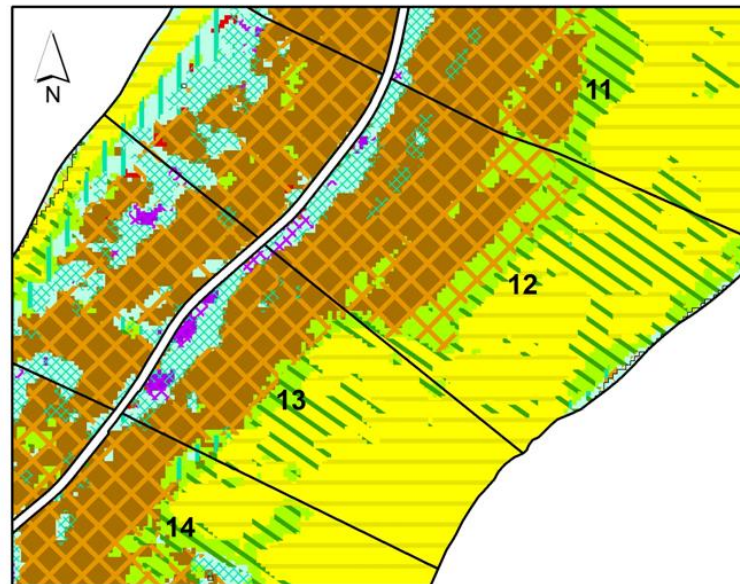
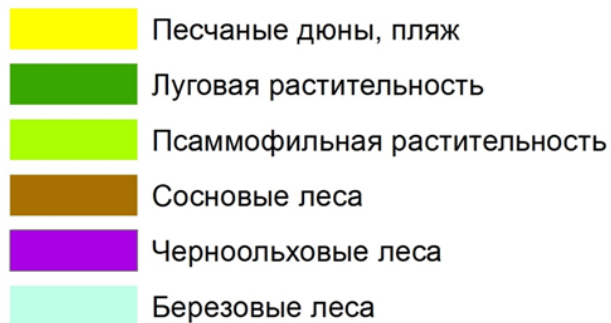
0 250 500 1 000 Метры

Фрагмент карты разновременного состояния растительности - 2

2017 г.



2007 г.



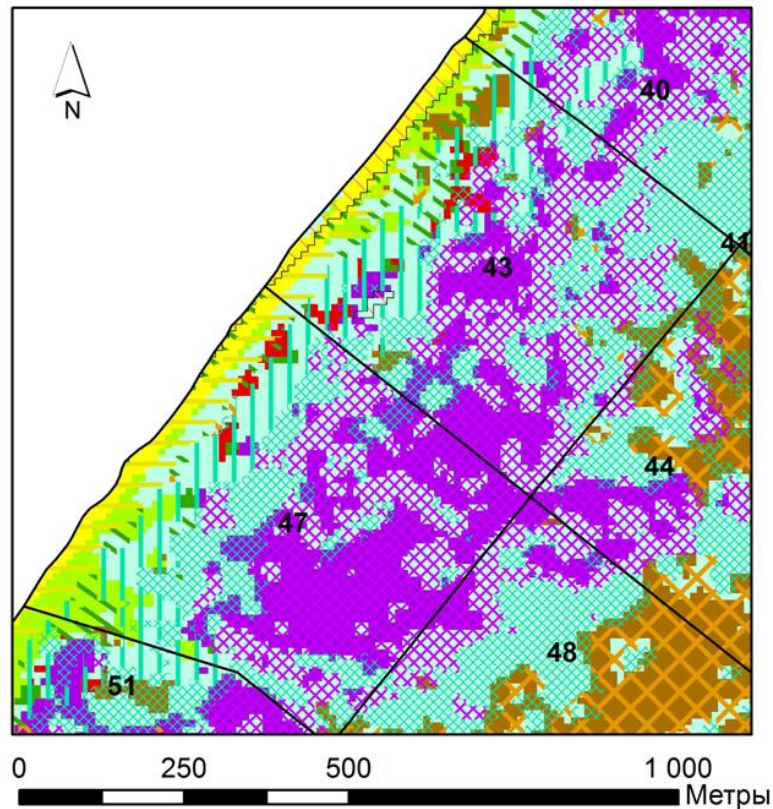
Фрагмент карты разновременного состояния растительности - 3

2017 г.

- Песчаные дюны, пляж
- Луговая растительность
- Псаммофильная растительность
- Сосновые леса
- Черноольховые леса
- Березовые леса

2007 г.

- Песчаные дюны, пляж
- Луговая растительность
- Псаммофильная растительность
- Сосновые леса
- Черноольховые леса
- Березовые леса



Выводы

1. Использование спутниковых данных с разрешением 10 м, обладающими оптимальным сочетанием детальности и обзорности для дешифрирования основных типов растительности Куршской косы, позволило выявить и количественно оценить изменения площадных характеристик растительного покрова территории НП «Куршская коса» за 10-летний период в границах квартальной сети. **Для участка берегового защитного вала, отличающегося сильной фрагментацией растительного покрова, требуется привлечение материалов съемки более высокого пространственного разрешения.**
2. При сравнительном анализе работы алгоритмов классификации с обучением **метод Random Forest** продемонстрировал **более высокую достоверность** распознавания основных природных объектов на территории Куршской косы.
3. По результатам дешифрирования разновременных космических снимков **максимальное снижение показателя лесистости** отмечено на наиболее динамичном объекте НП - **авандюне**, а **максимальное увеличение** на месте **зарастания участков ветровалов** 2000-х гг. **Наибольшее уменьшение площадей не покрытых растительностью песков** происходит на территории НП, **приграничной с Литвой, в результате мероприятий по закреплению движущихся песчаных дюн.** В целом, при оценке изменения структуры растительного покрова НП прослеживаются следующие тренды: увеличения лесистости и доли песков, покрытых растительностью со стороны Куршского залива в результате лесозащитных мероприятий; уменьшение лесистости и увеличение доли развеваемых песков со стороны морского побережья в результате разрушения авандюны под воздействием ветро-волновой и рекреационной нагрузки.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18

Спасибо за внимание

