



ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАН
ДАГЕСТАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР РАН

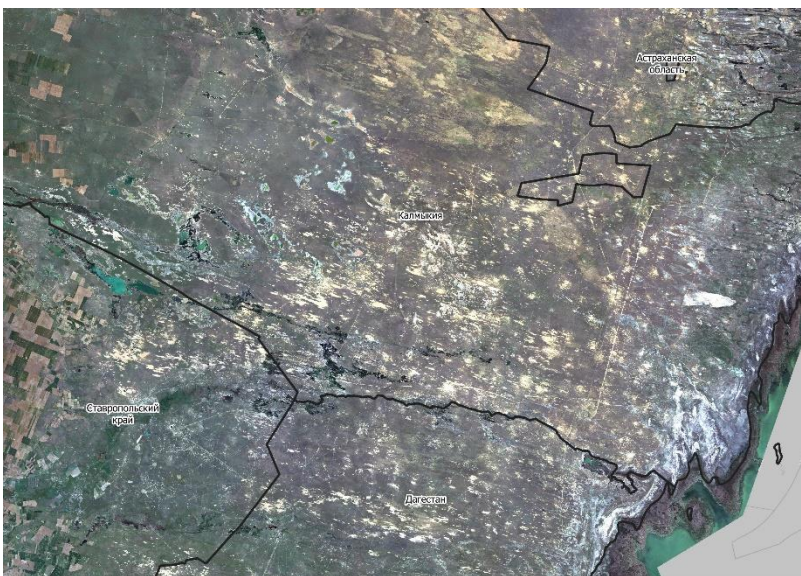


Картографирование подвижных песков на юго-востоке европейской части России

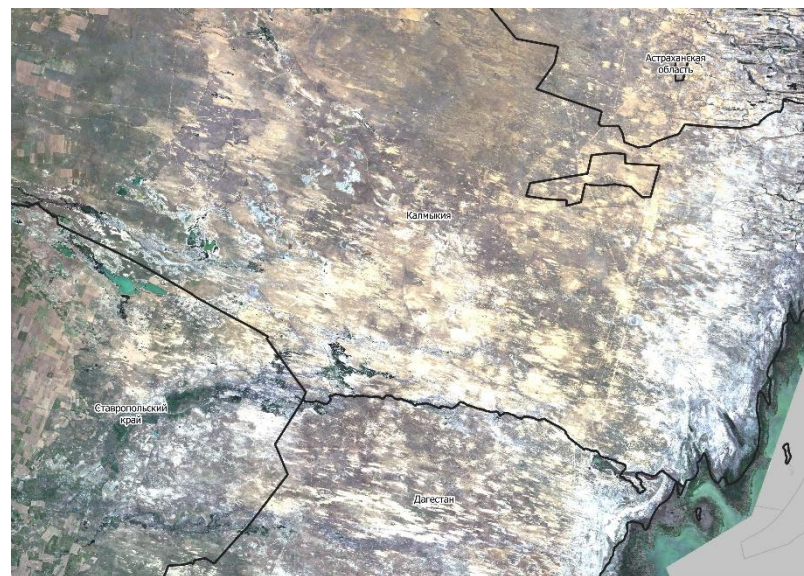
Шинкаренко С.С., Барталев С.А., Биарсланов А.Б., Кашницкий А.Б.,
Полтарин В.С.

Москва, 2025

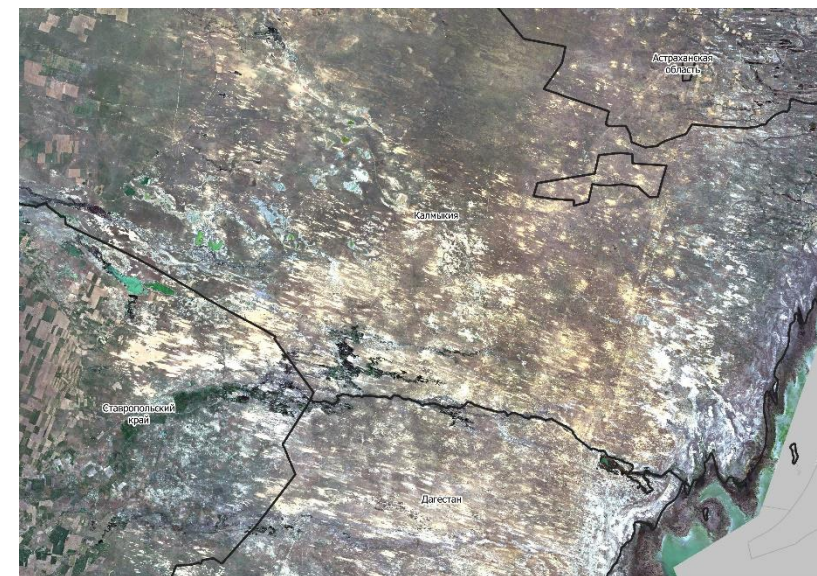
Площади открытых песков в 2019-2025 гг.



2019



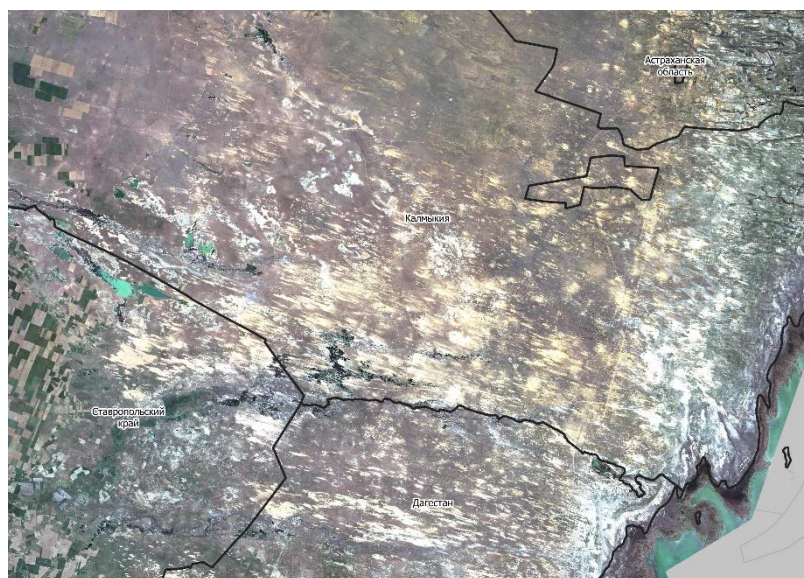
2021



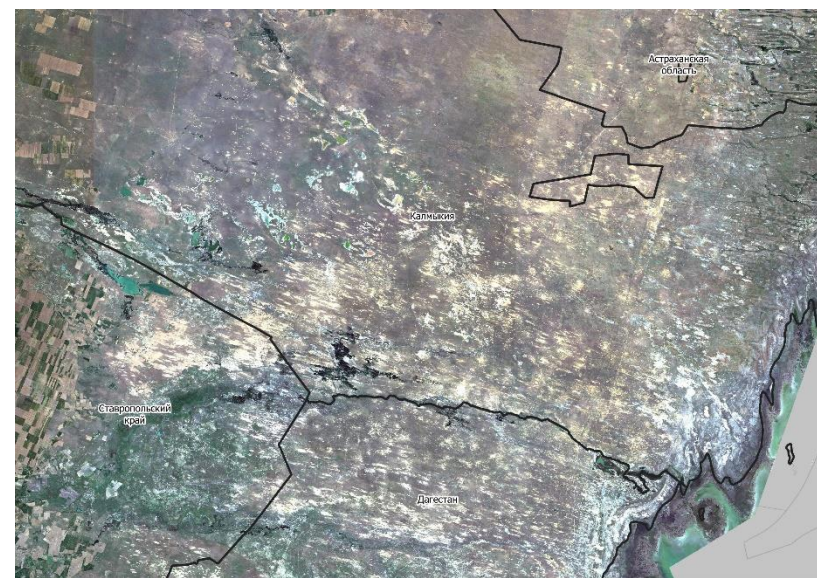
2023



2020

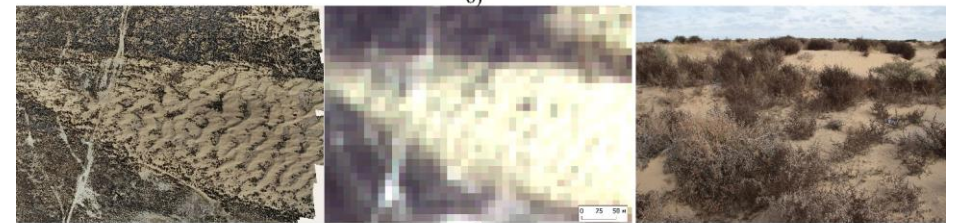
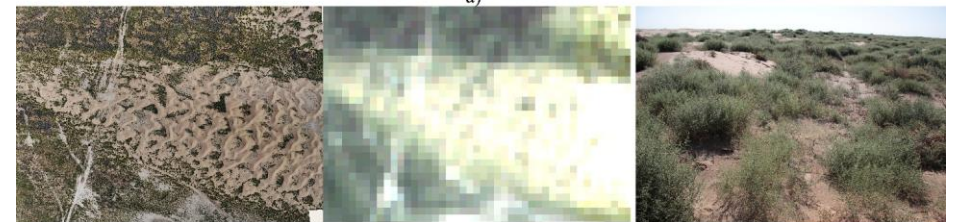
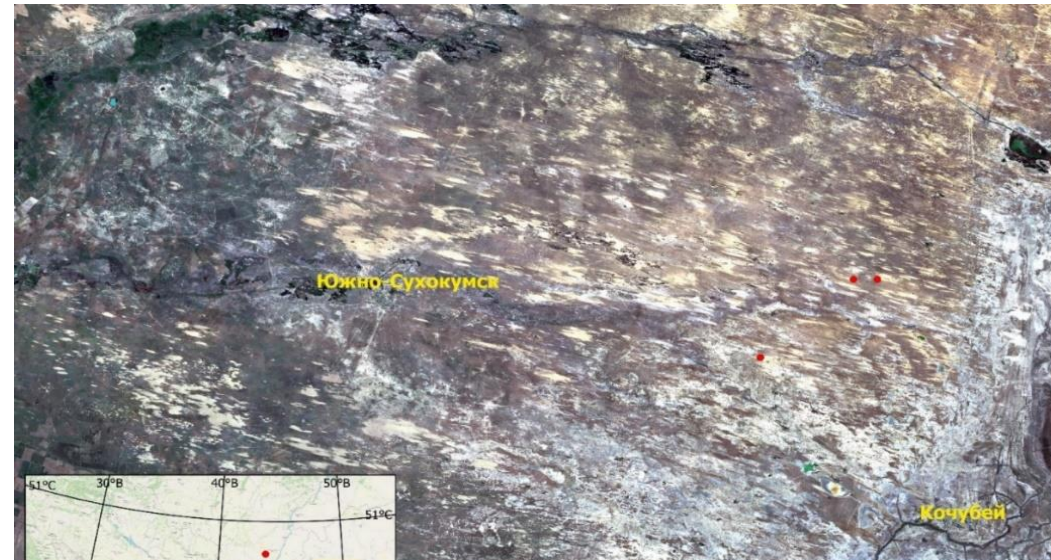
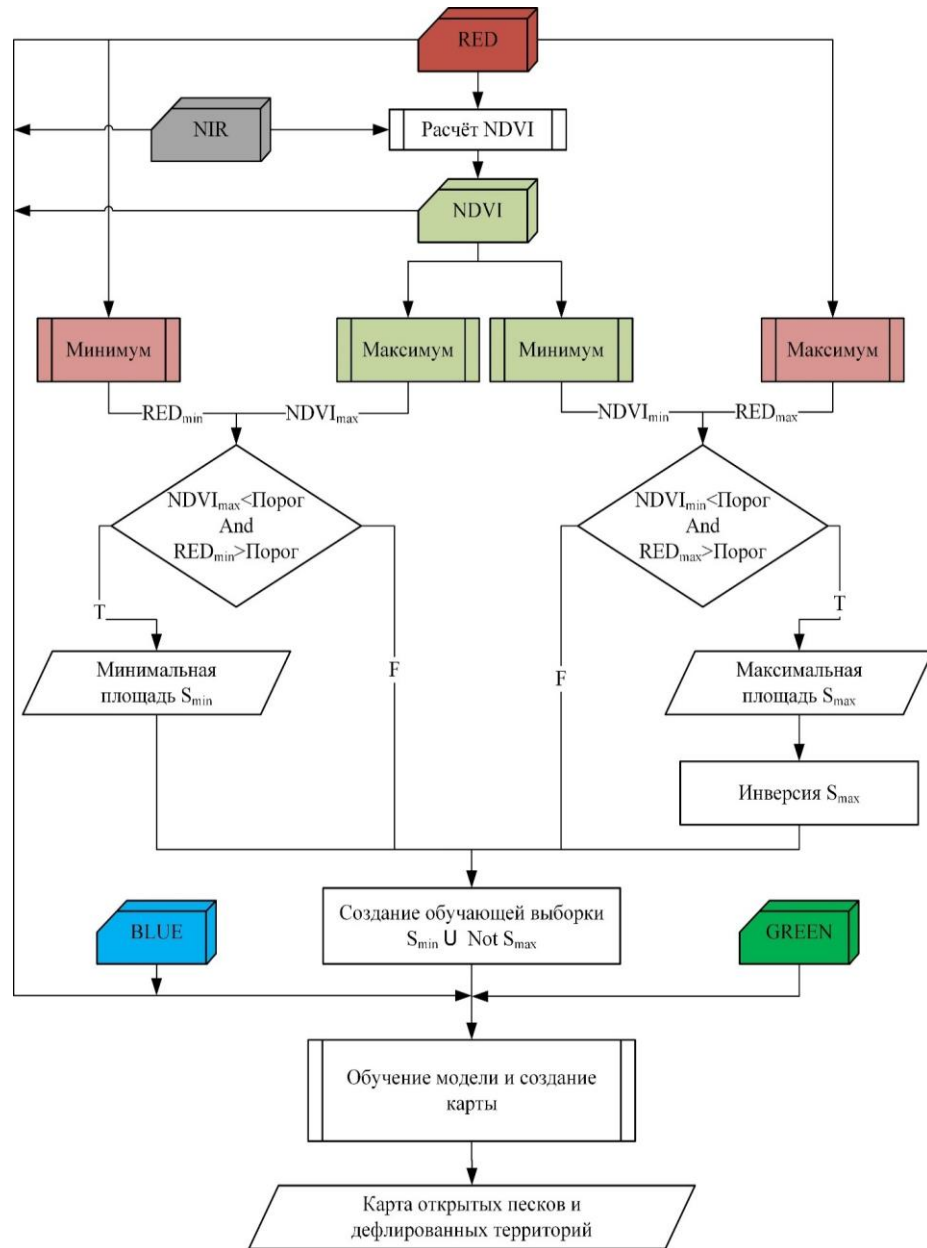


2022



2024

Метод картографирования открытых песков

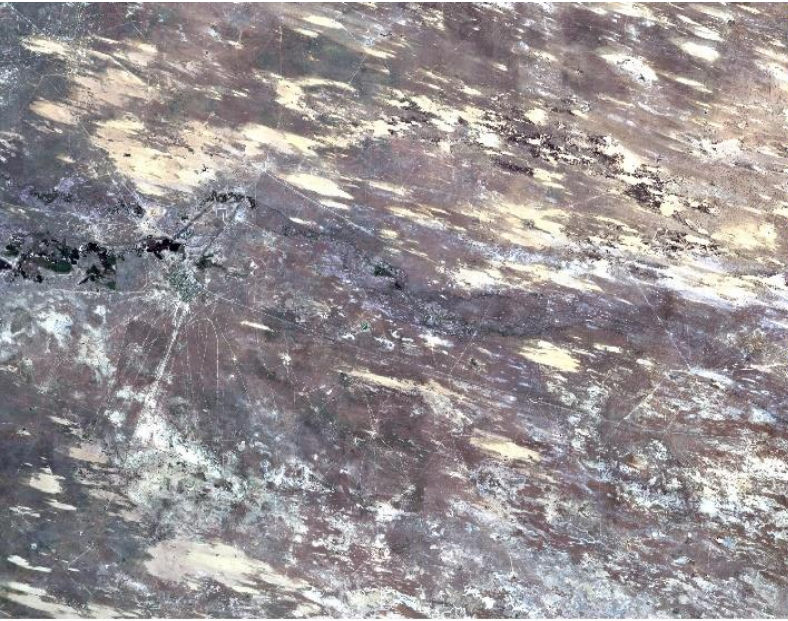


Территория для апробации метода

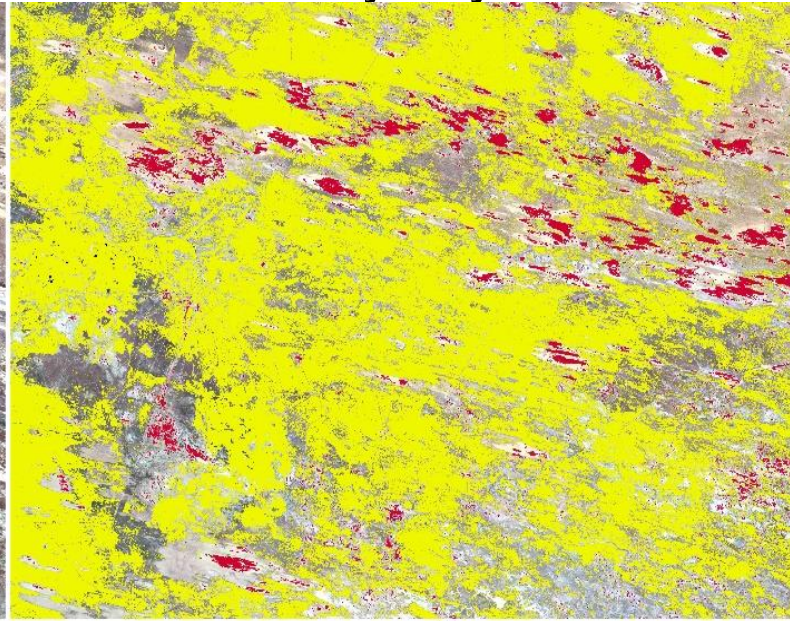
Наиболее информативные показатели при определении доли открытых песков в пикселях спутниковых изображений (числитель), максимальные или минимальные значения коэффициентов корреляции (знаменатель)

Корреляция	Период	Вегетационные индексы и спектральные каналы / значения коэффициентов корреляции					
		Максимальные значения коэффициентов корреляции			Минимальные значения коэффициентов корреляции		
		Sentinel-2, 10 м	Sentinel-2, 20 м	Landsat, 30 м	Sentinel-2, 10 м	Sentinel-2, 20 м	Landsat, 30 м
Пирсона	Весна	Green 0.89	NDSI 0.96	BUI 0.96	NDVI -0.91	NDSAI -0.96	NDSAI -0.95
	Лето	Blue 0.84	BUI 0.89	NBAI 0.84	PV -0.77	NDSAI -0.88	NBR2 -0.84
	Осень	Blue 0.85	NDSDI 0.90	BI2 0.88	NDVI -0.8	NDSAI -0.88	PV -0.85
	Все даты	Blue 0.85	BAEI 0.89	GVI2 0.82	NDVI -0.66	NDSAI -0.87	NDSAI -0.67
Спирмена	Весна	Green 0.90	BUI 0.94	NDESI 0.94	NDVI -0.85	NDSAI -0.93	NBR2 -0.94
	Лето	Blue 0.81	BUI 0.89	BUI 0.81	PV -0.73	NDSAI -0.88	NBR2 -0.81
	Осень	Blue 0.85	NDSDI 0.90	NBI 0.88	NDVI -0.81	NDSAI -0.89	NDVI -0.87
	Все даты	Blue 0.84	BAEI 0.89	GVI2 0.83	NDVI -0.76	NDSAI -0.87	NDSAI -0.7
Тау Кендалла	Весна	Green 0.72	BUI 0.80	NDESI 0.8	NDVI -0.68	NDSAI -0.79	NBR2 -0.79
	Лето	Blue 0.62	BUI 0.72	SWI 0.63	PV -0.55	NDSAI -0.70	NBR2 -0.63
	Осень	Blue 0.66	BAEI 0.73	NBI 0.71	NDVI -0.61	NDSAI -0.72	NDVI -0.68
	Все даты	Blue 0.66	BAEI 0.72	GVI2 0.64	NDVI -0.56	NDSAI -0.69	NDSAI -0.54

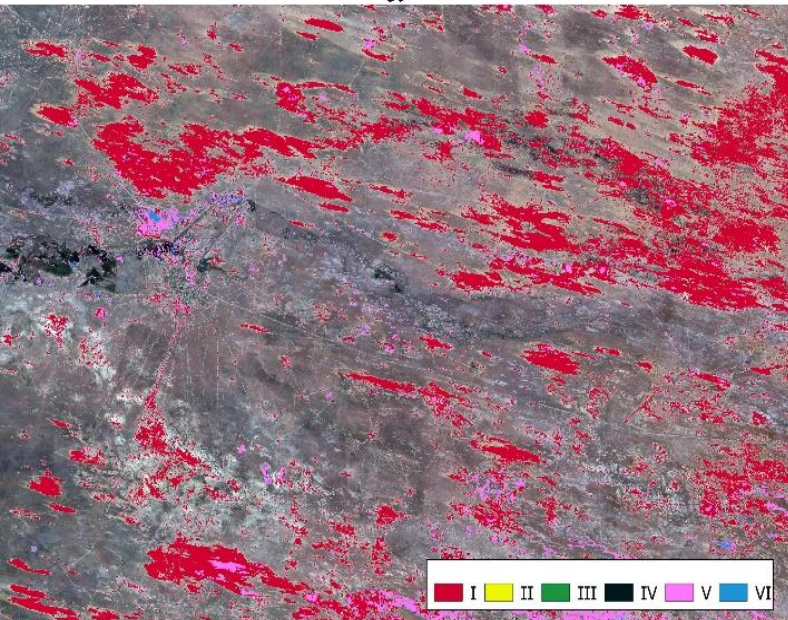
Пример картографирования открытых песков и дефлированных территорий в окрестностях пос. Южно-Сухокумск весной 2023 г.



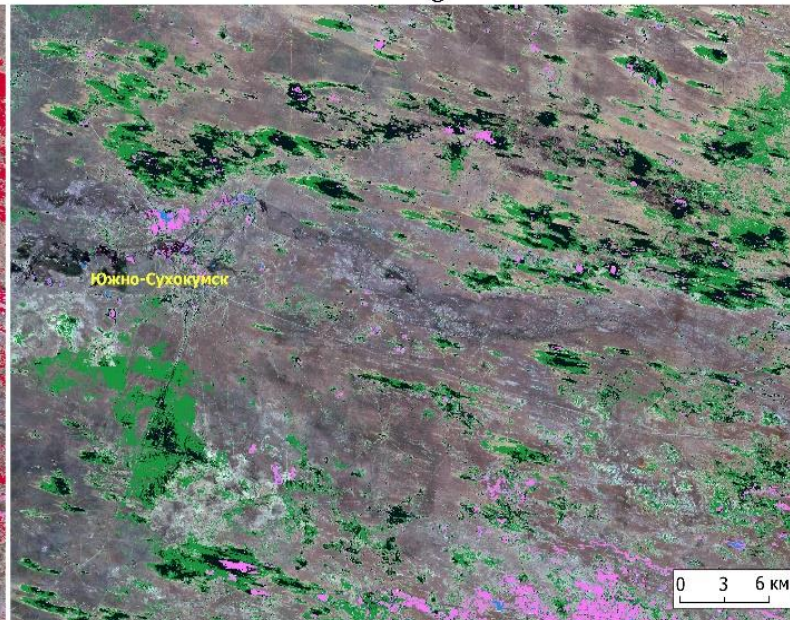
а



б



в



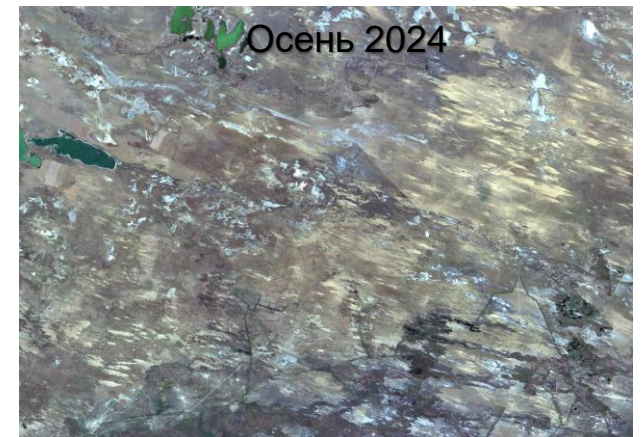
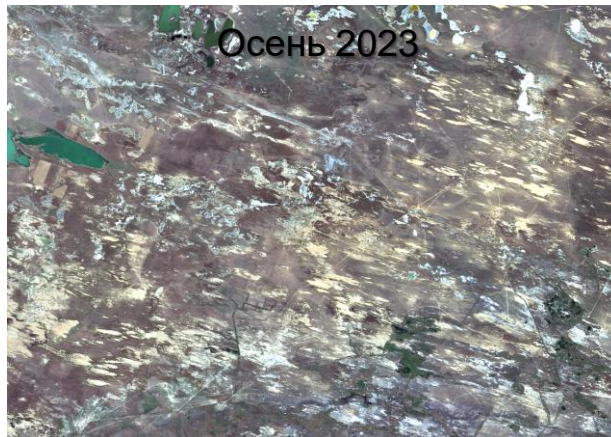
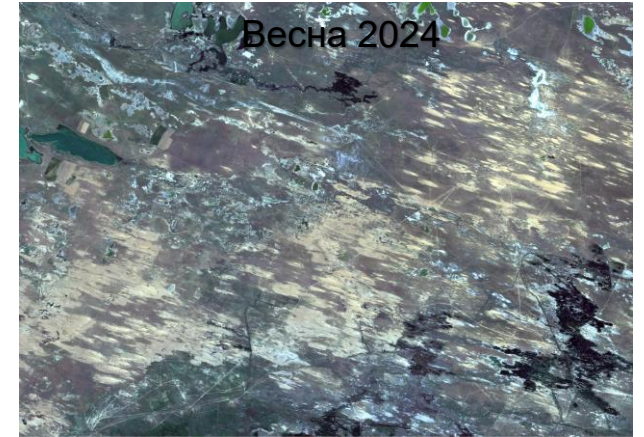
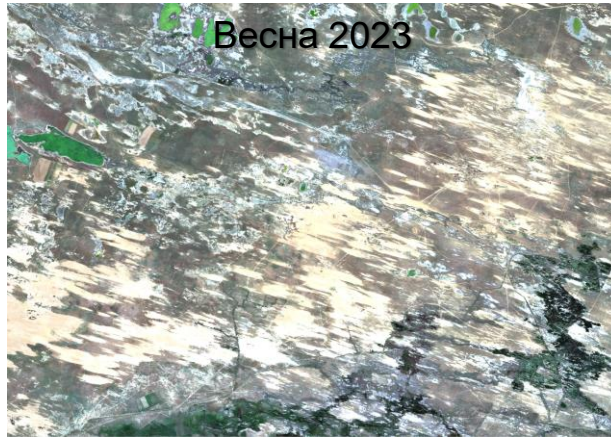
г

а – трёхмесячное
композитное спутниковое
изображение на весну 2023
г., б – опорная выборка, в –
результат классификации, г
– результат определения
максимальной и
минимальной площадей
открытых песков; I –
открытые пески и
дефлированные
территории, II – участки,
где не было фиксации
открытых песков, III, IV –
максимальная и
минимальная площади
дефлированных территорий
соответственно, V –
солончаки, VI – водоёмы

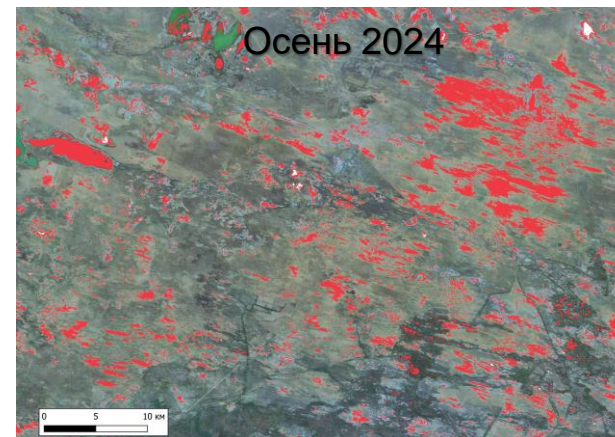
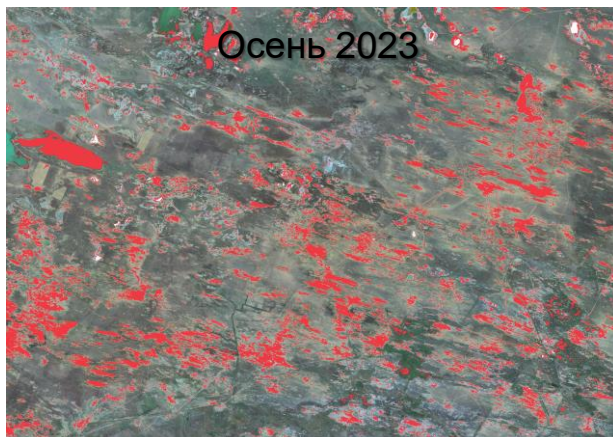
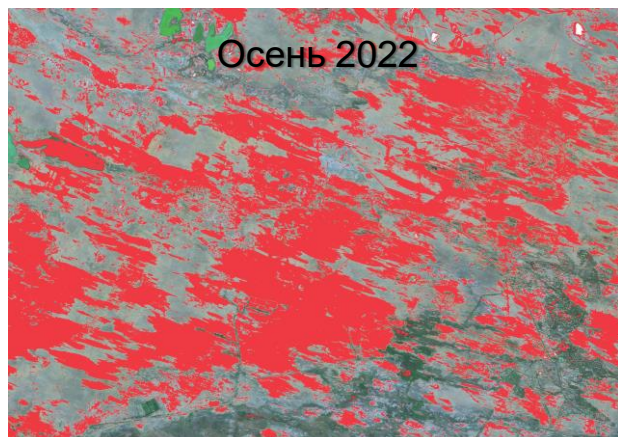
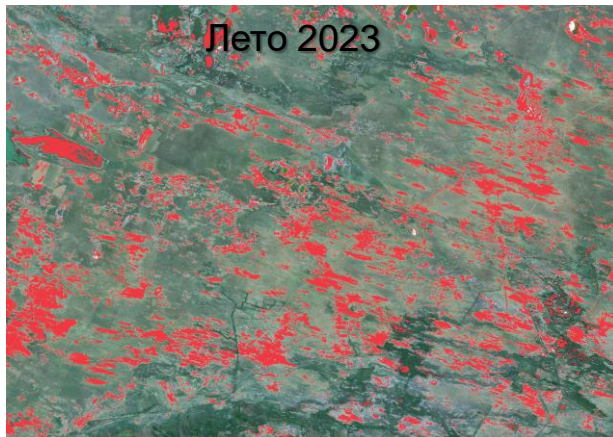
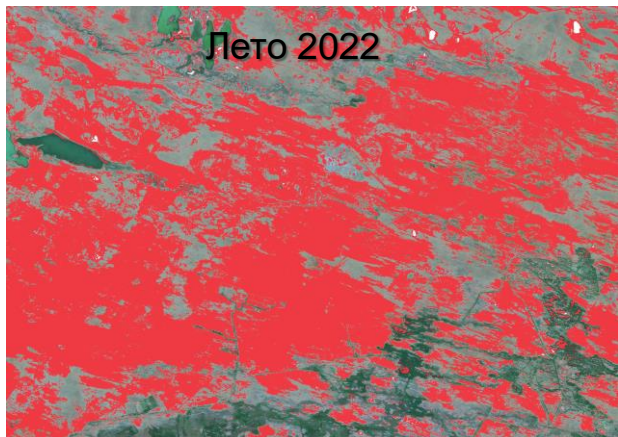
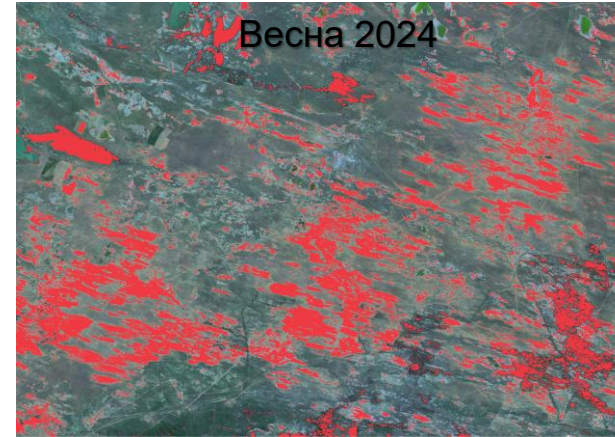
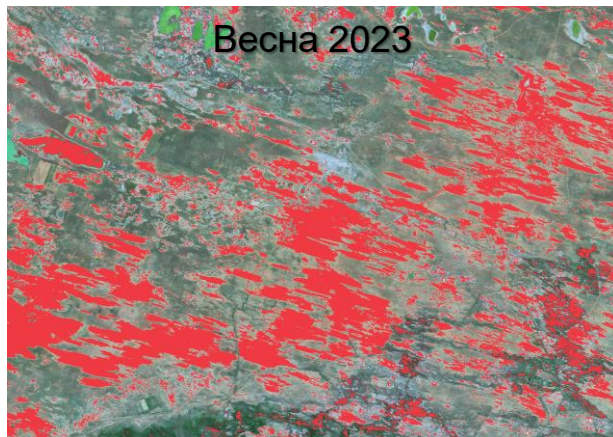
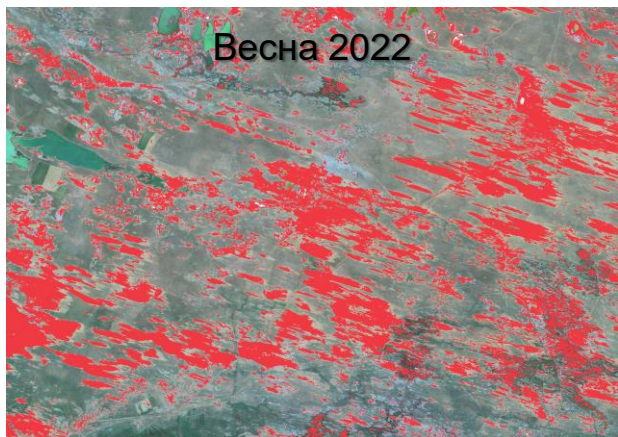
I II III IV V VI

0 3 6 км

Определение площадей открытых песков



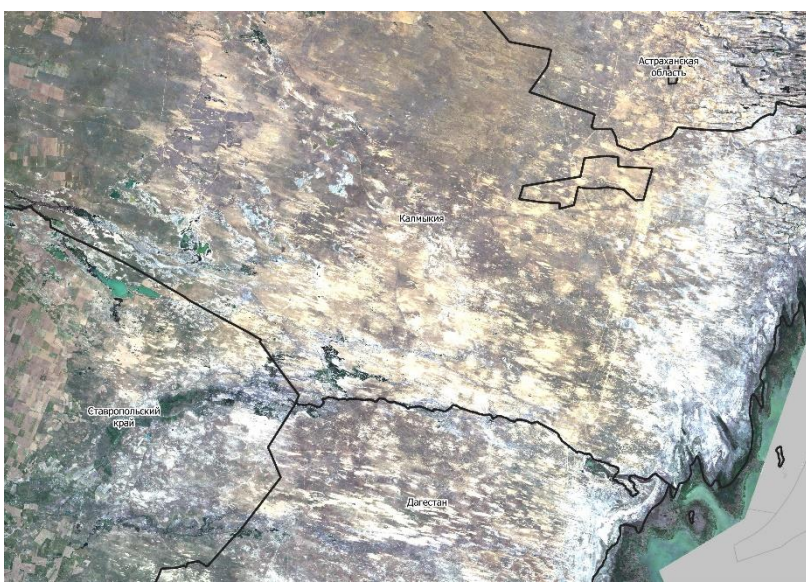
Определение площадей открытых песков



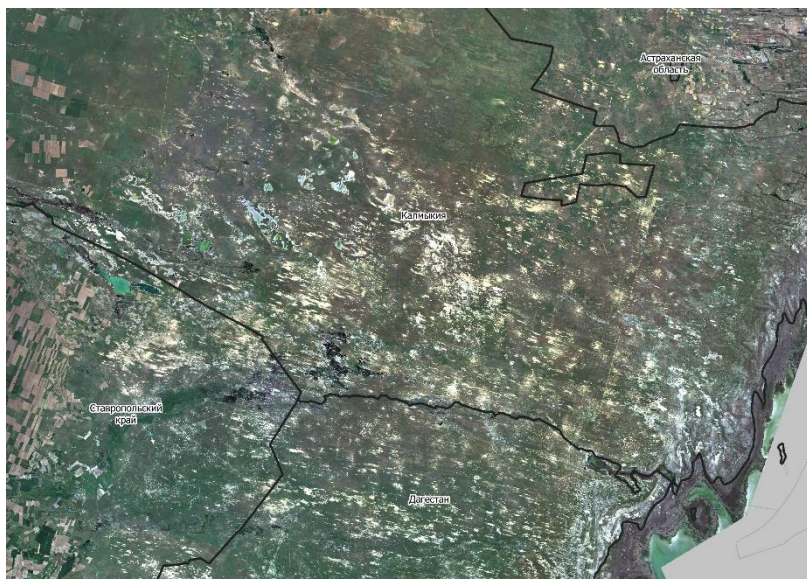
Площади открытых песков в 2019-2025 гг.



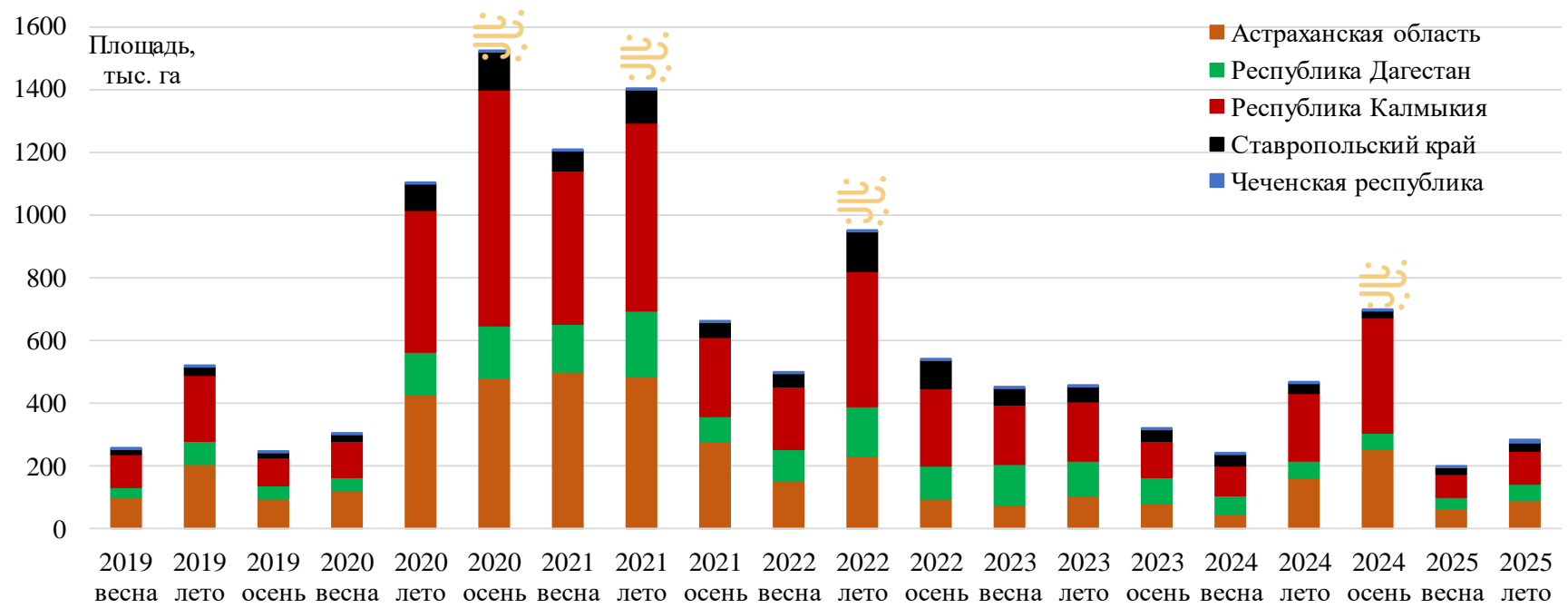
2019



2021

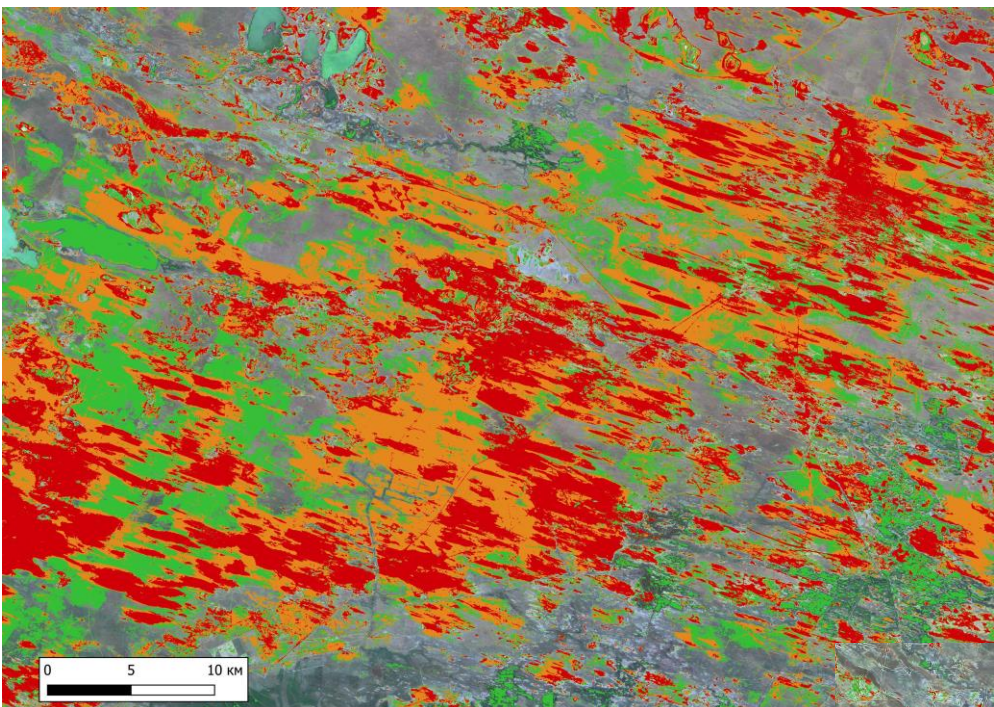


2025

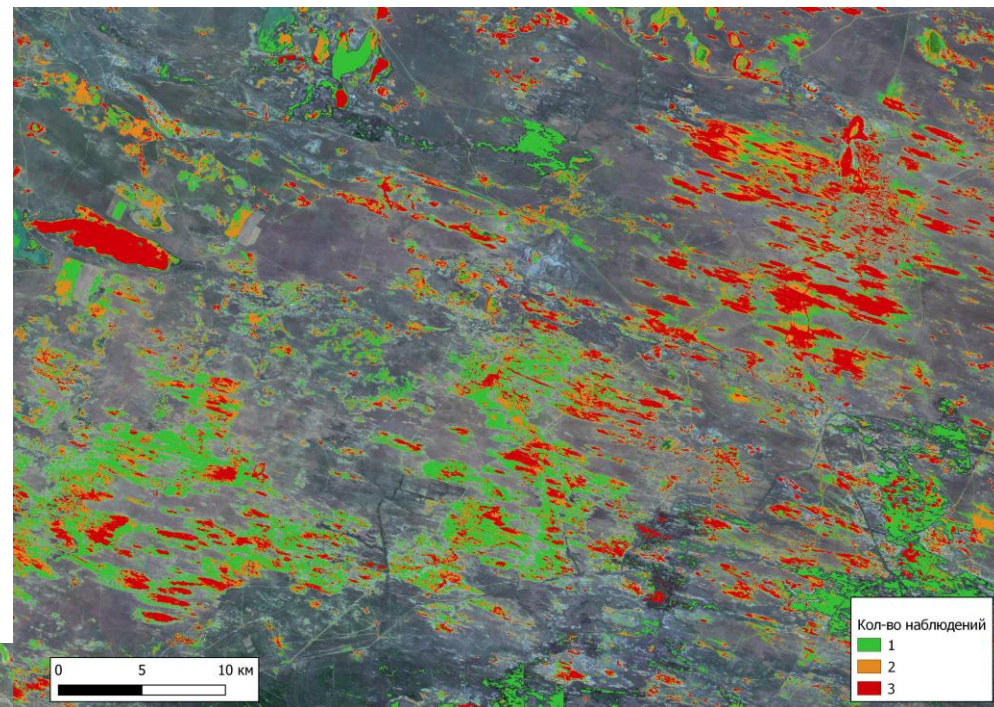


- пыльные бури

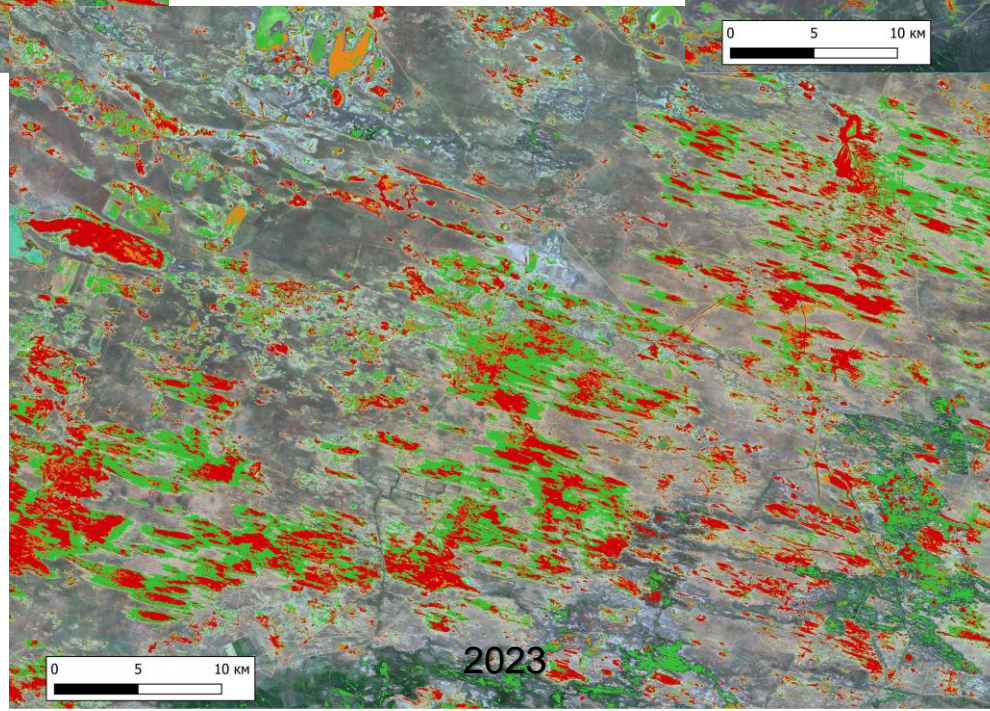
Число наблюдений открытых песков



2022

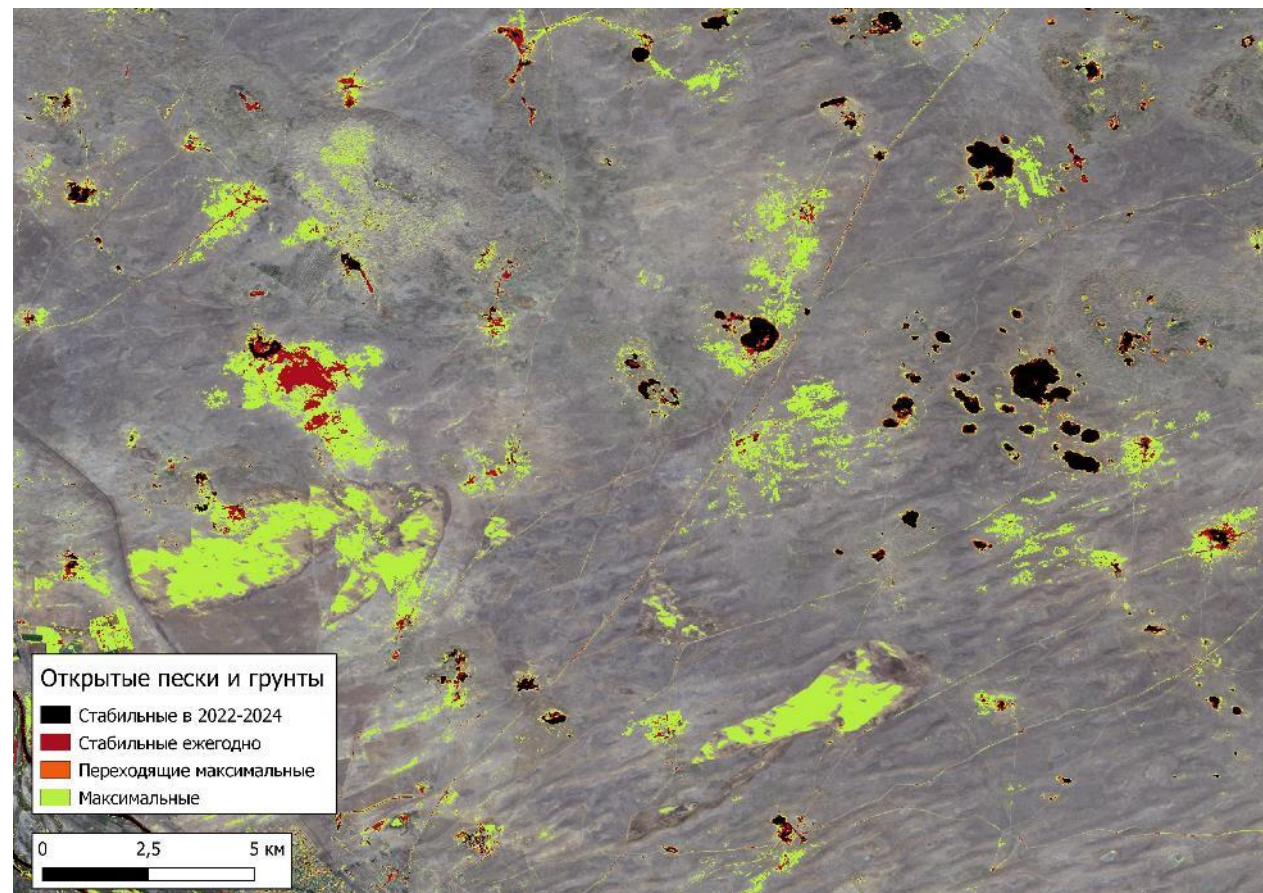
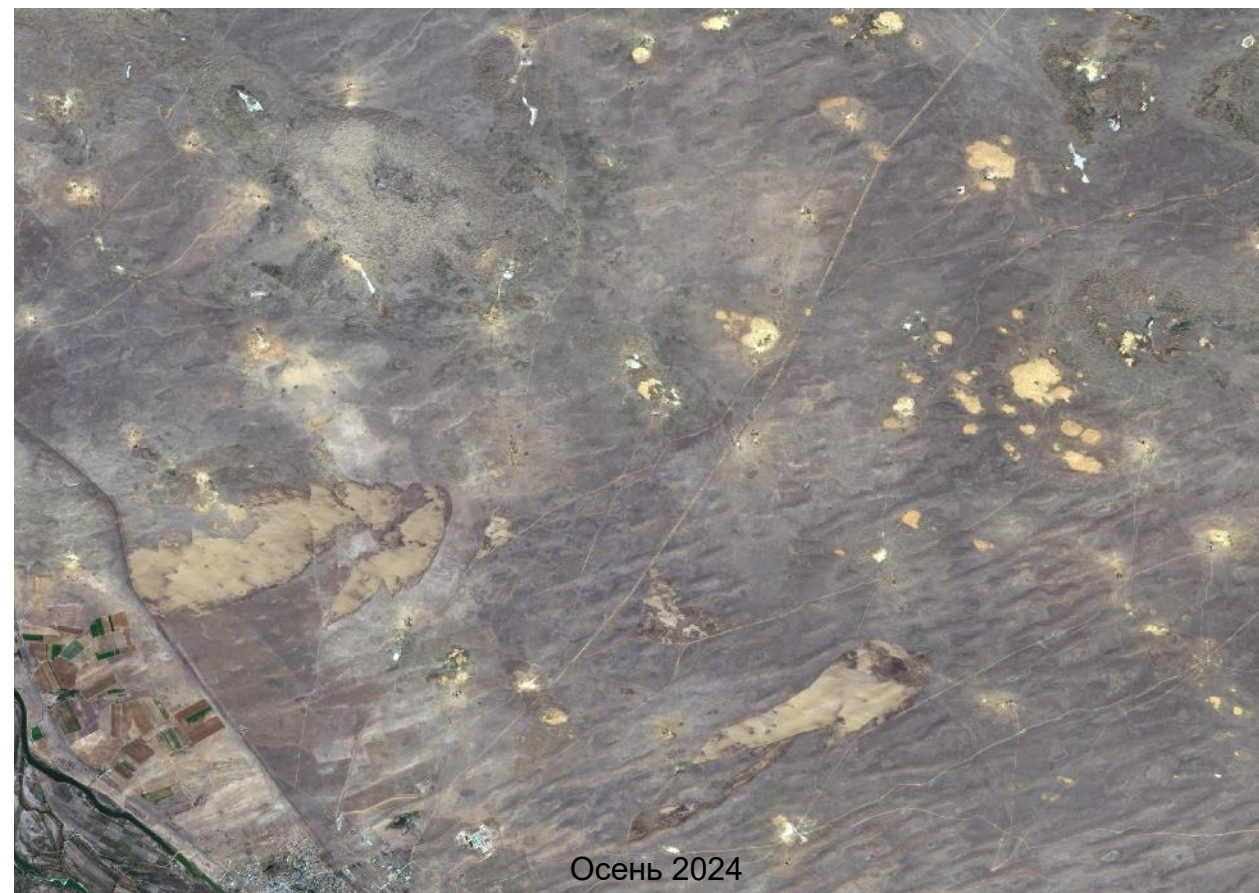


2024

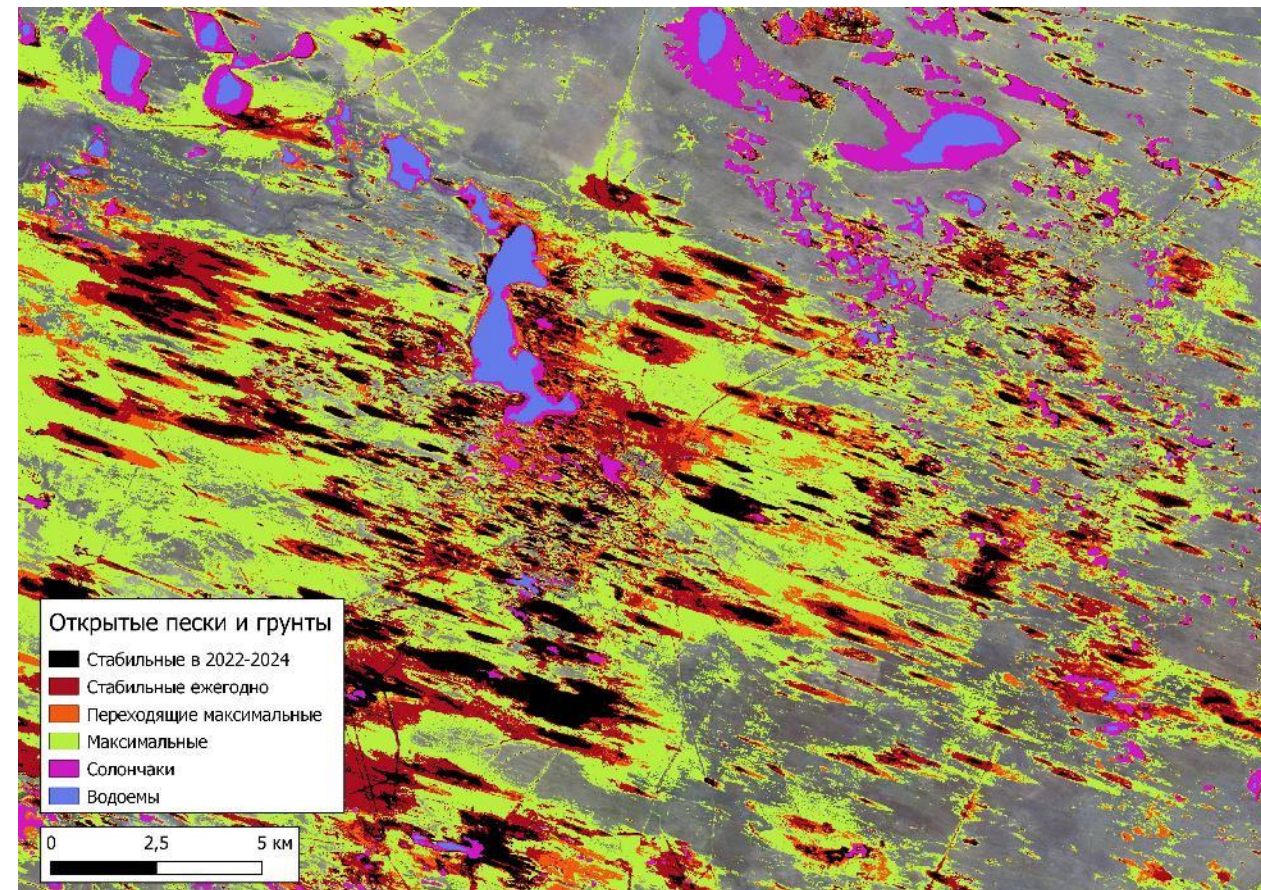
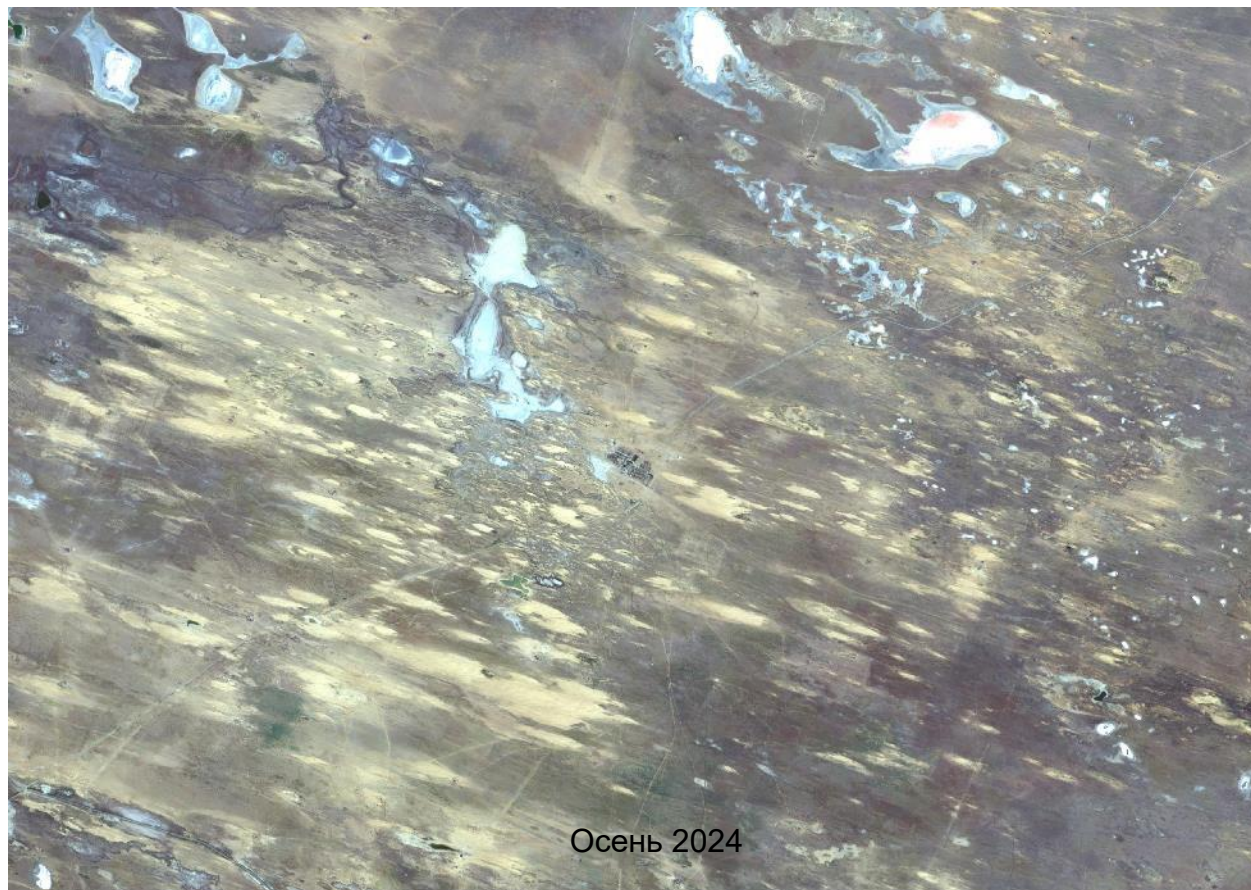


2023

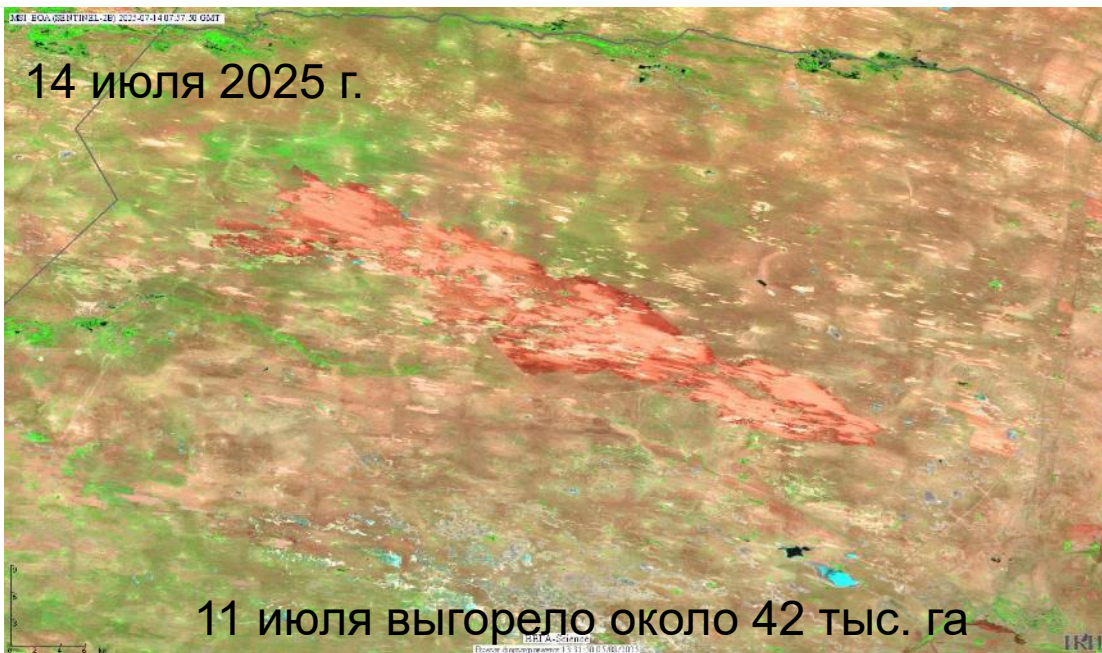
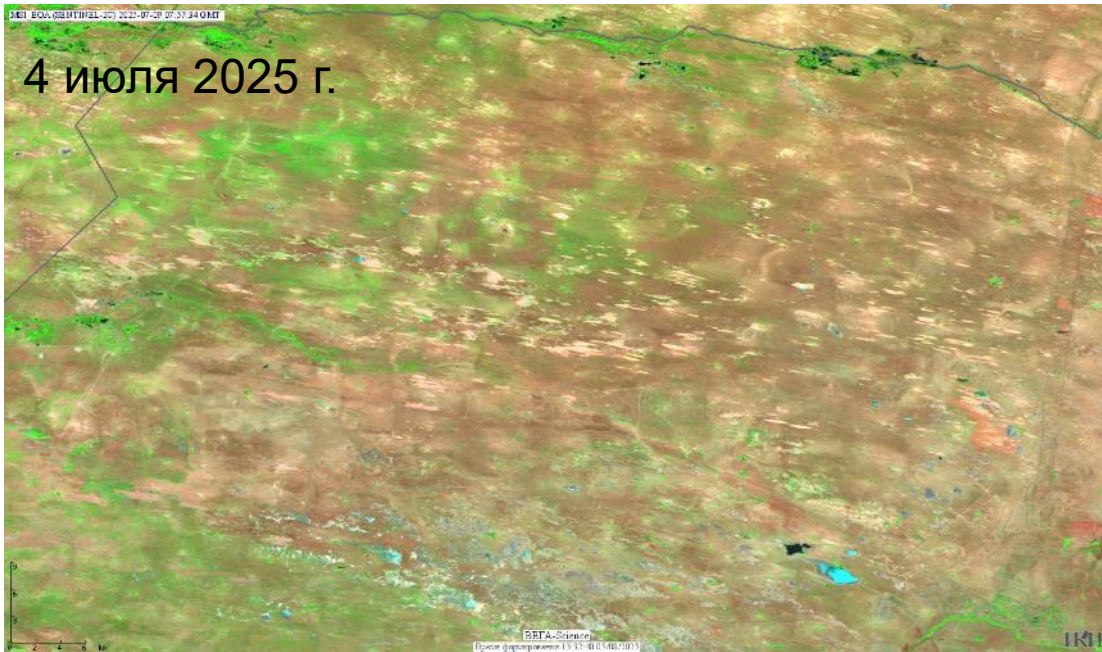
Классификация площадей открытых песков



Классификация площадей открытых песков



Активизация степных пожаров в 2025 г.



Дефляционные процессы на горях



Заключение

Предложен эффективный метод формирования опорной выборки для последующей классификации открытых песков и дефлированных территорий на основе пороговых значений максимальных и минимальных значений КСЯ и ВИ с использованием композитных спутниковых изображений и методов машинного обучения. Проверка полученных пороговых значений за пределами основного региона проведения исследований по данным другого года продемонстрировала достаточно высокую точность, поэтому результаты могут быть рекомендованы для применения в Северо-Западном Прикаспии. Для других территорий и спутниковых данных может быть необходима коррекция пороговых значений КСЯ и ВИ.

Предложенный подход на основе использования пороговых значений даёт возможность в автоматическом режиме формировать опорные выборки исключая трудоёмкие процедуры. За счёт этого возможно построение карт сезонных изменений площадей открытых песков и дефлированных территорий разного временного разрешения. Полученные результаты картографирования лишённых растительного покрова участков достаточно точно согласуются с данными на основе контролируемой классификации и подбора пороговых значений на основе экспертной оценки.