МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГОД
ПАСТБИЩНЫХ ЗЕМЕЛЬ И
ПАСТБИЩНЫХ ЖИВОТНОВОДОВ
2026

Оценка степени деградации растительного покрова степных и пустынных пастбищ России

Шинкаренко С.С., Барталев С.А., Богодухов М.А., Егоров В.А., Лупян Е.А., Сайгин И.А., Хвостиков С.А.

Двадцать четвертая международная конференция
"СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА«

Москва, 12 ноября 2026 г.

Основные факторы деградации растительного покрова пастбищ

Изменения климата

Засухи

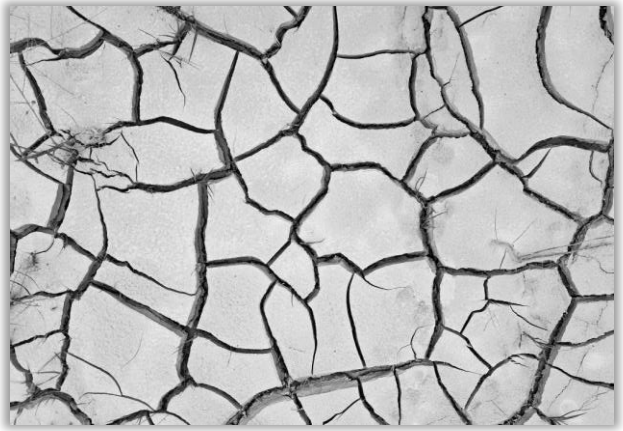
Перевыпас

Пыльные бури

Пожары

Вспышки численности насекомых

Водная эрозия









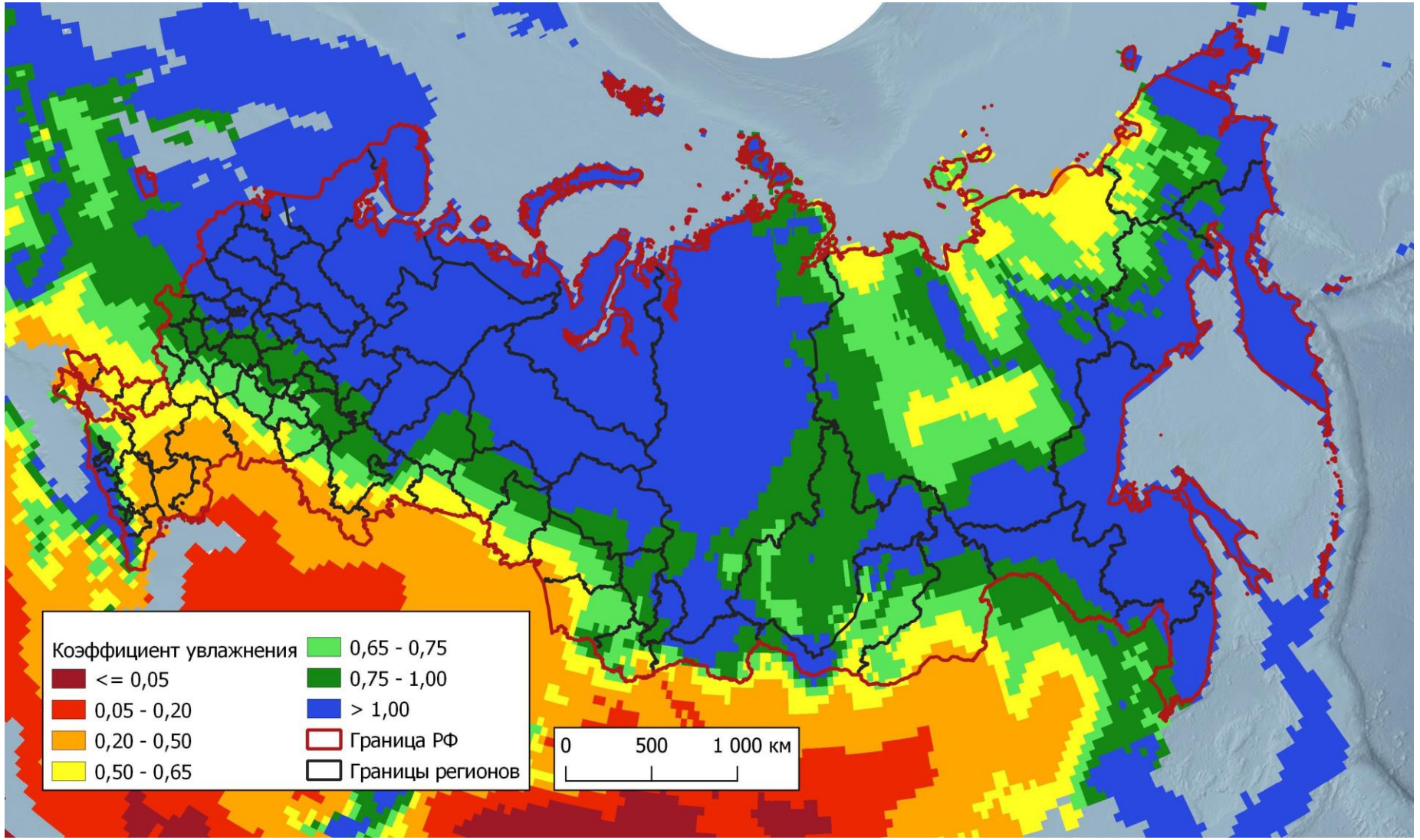




Требования к системе мониторинга опустынивания пастбищ

1. Обеспечение возможности получения данных о состоянии растительного покрова (РП) пастбищ в зоне риска опустынивания не реже, чем ежегодно на территорию всей страны;
2. Комплексное использование данных непрерывной сплошной спутниковой съемки в сочетании с выборочными наземными измерениями характеристик РП пастбищ на сети тестовых полигонов;
3. Оценка результатов мониторинга РП пустынных пастбищ на различных уровнях пространственной агрегации (национальный, региональный, локальный);
4. Обеспечение возможности дистанционной оценки характеристик РП пастбищ: площадь, фитомасса, проективное покрытие, мортмасса, преобладающий тип растительности, оценка воздействия деструктивных факторов;
5. Мониторинг изменений площади открытых песков – самой сильной степени опустынивания пастбищ.

Зона риска опустынивания

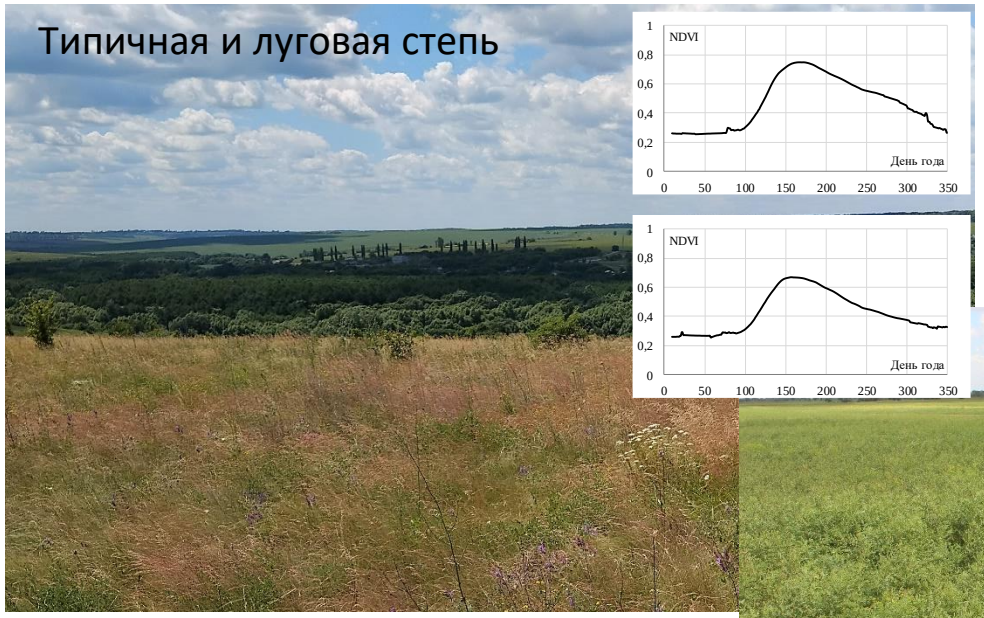


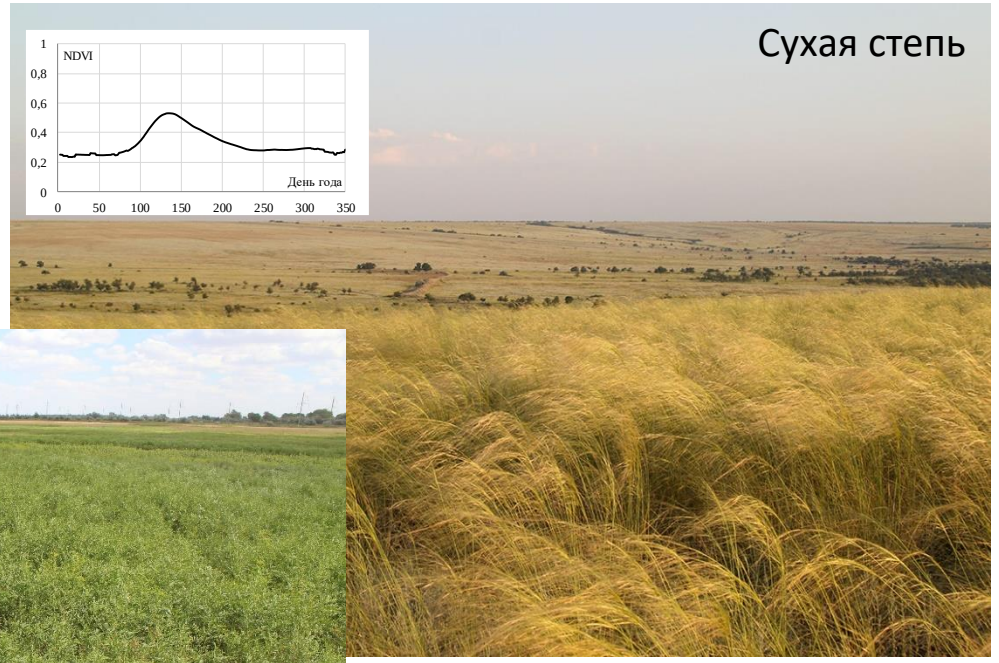
Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием:

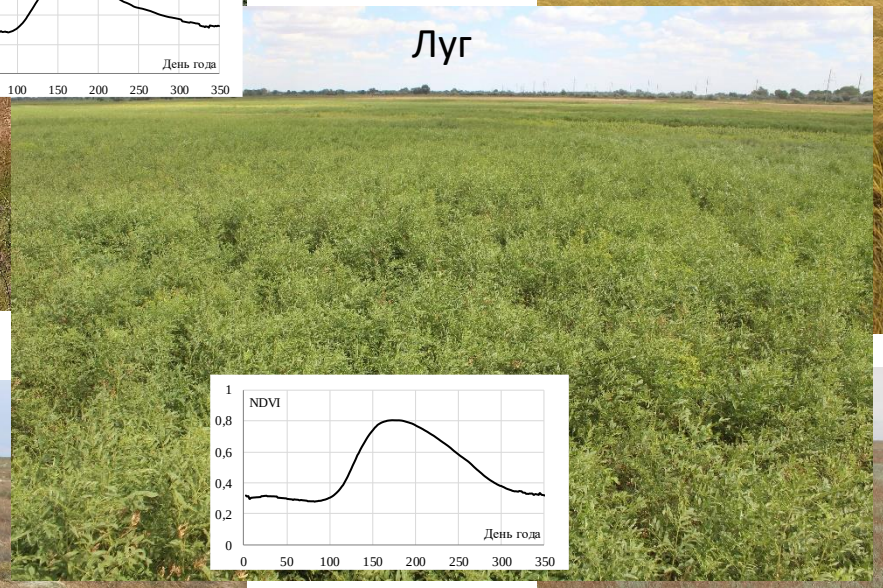
«Опустынивание» означает деградацию земель в засушливых, полузасушливых и сухих субгумидных районах в результате действия различных факторов, включая изменение климата и деятельность человека.

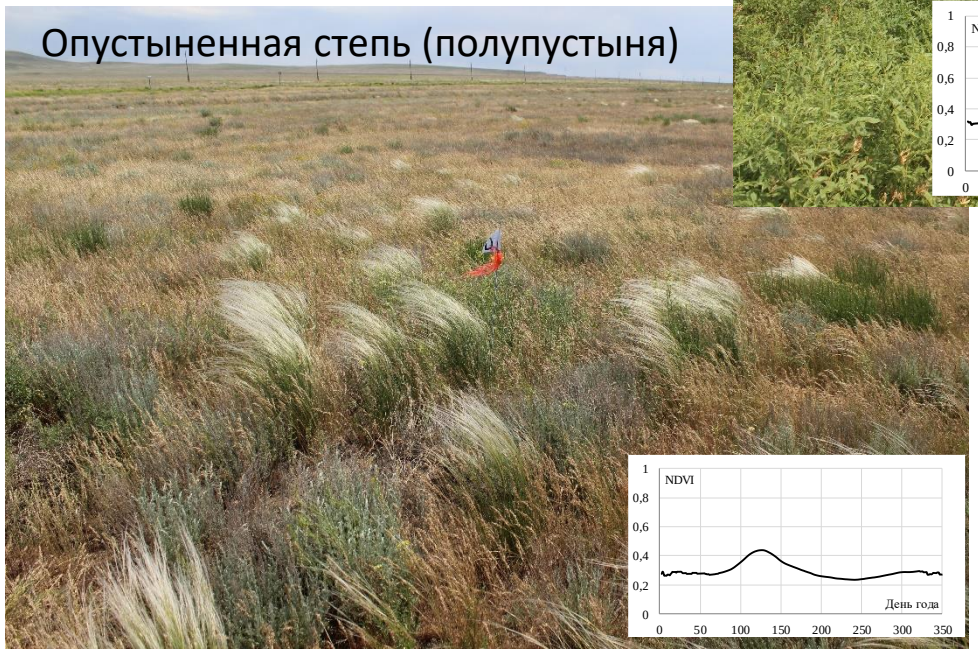
«Засушливые, полузасушливые и сухие субгумидные районы» означают районы, помимо полярных и субполярных районов, в которых отношение среднего ежегодного уровня осадков к потенциальной эвапотранспирации колеблется в диапазоне от 0,05 до 0,65

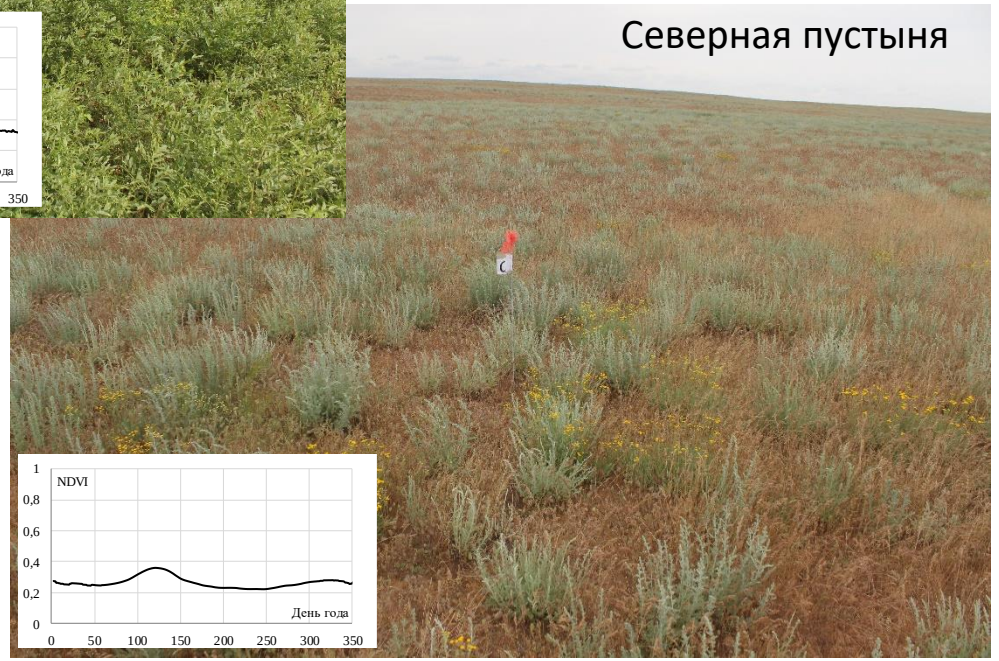
Разнообразие степных и пустынных пастбищ











Карта типов наземных экосистем ИКИ РАН



ТИПЫ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ:

ЛЕСА:
- Темнохвойные вечнозеленые
- Светлохвойные вечнозеленые
- Лиственные
- Смешанные с преобладанием хвойных
- Смешанные
- Смешанные с преобладанием лиственных
- Хвойные листопадные (лиственничные)
- Редины хвойные листопадные

ТРАВЯНО-КУСТАРНИКОВАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ:
- Луга
- Степи
- Хвойные вечнозеленые кустарники
- Лиственные кустарники

ВОДНО-БОЛОТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ:
- Болота
- Прибрежная растительность

ТУНДРА:
- Кустарничковая
- Осоковая
- Кустарниковая

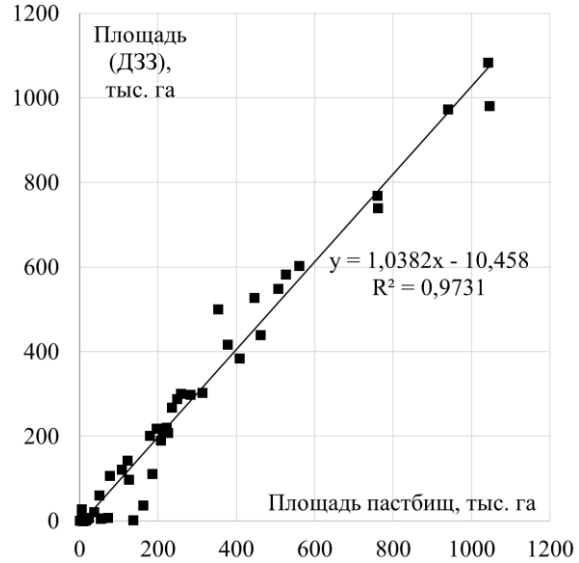
ПРОЧАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ:
- Гари
- Пахотные земли

НЕ ПОКРЫТЫЕ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ ЗЕМЛИ:
- Открытые грунты и выходы горных пород
- Водные объекты
- Урбанизированные территории
- Вечные снега и льды

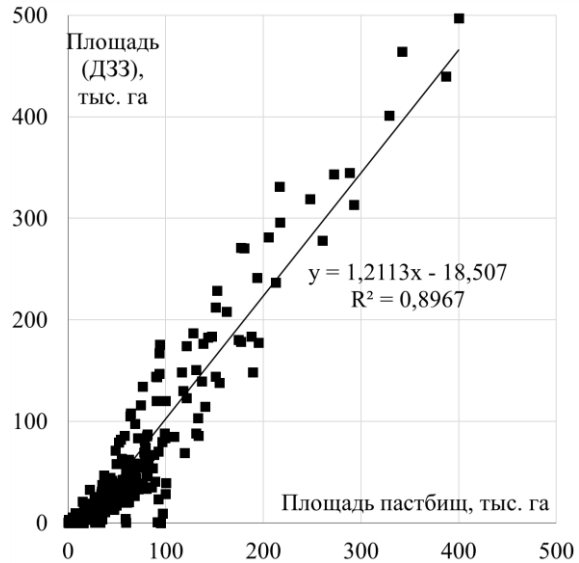
Барталев С. А., Егоров В. А., Жарко В. О., Лупян Е. А., Плотников Д. Е., Хвостиков С. А., Шабанов Н. В. Спутниковое картографирование растительного покрова России. М.: ИКИ РАН, 2016. 208 с.

Степная и пустынная растительность





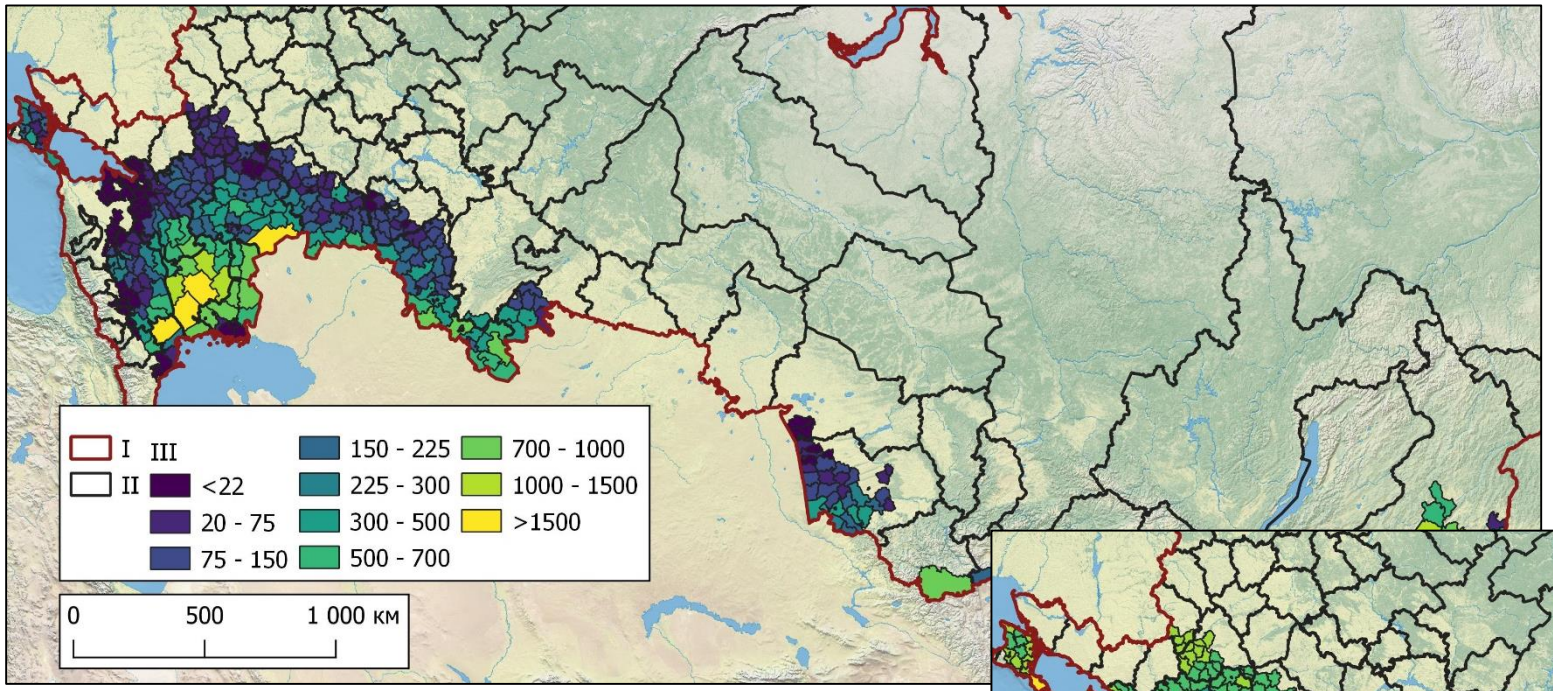
Пустынный биом



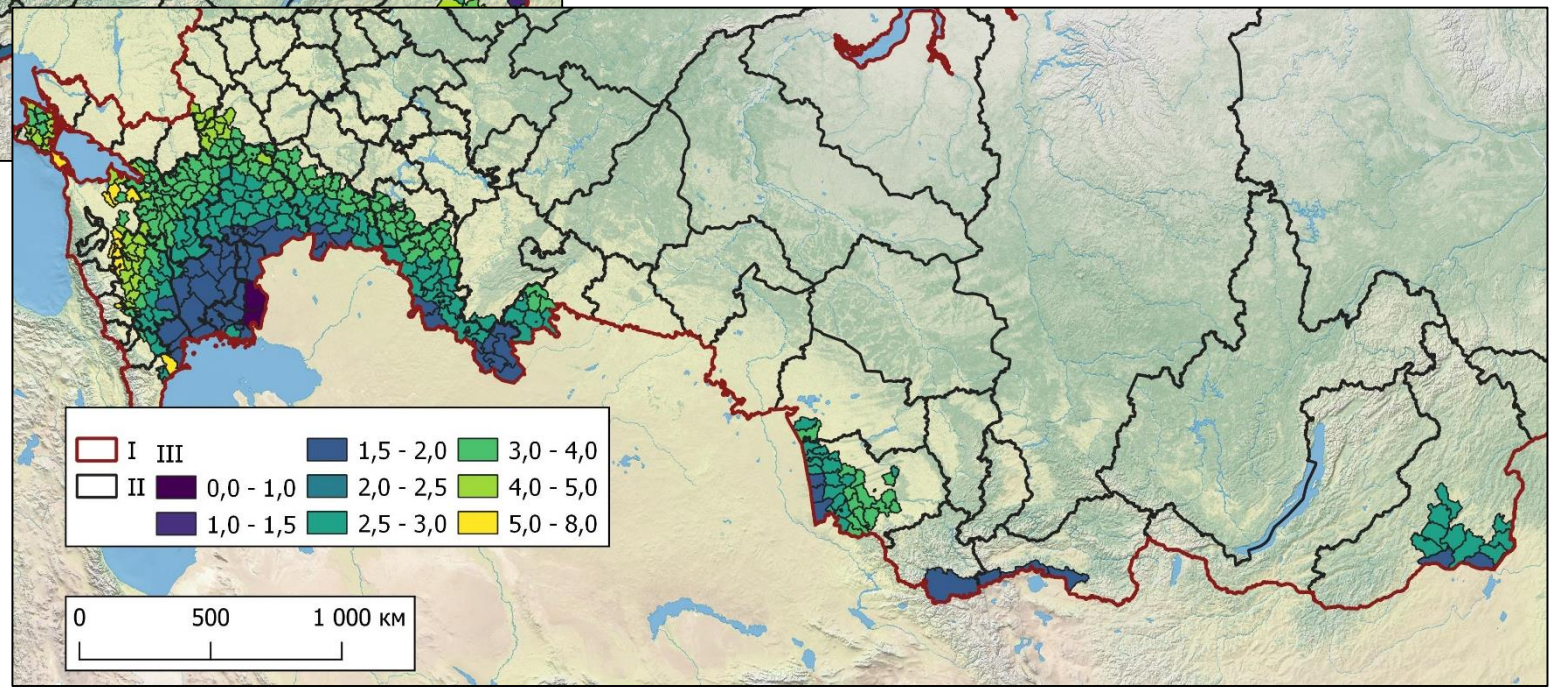
Степной биом

Шинкаренко С.С., Барталев С.А., Сайгин И.А., Смелянский И.Э. Уточнение занимаемых пустынями и степями территорий при спутниковом картографировании наземных экосистем России // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2025. Т. 22. № 4. С. 218-235
DOI: 10.21046/2070-7401-2025-22-4-218-235

Степная растительность и ее продукция



NPP, тыс. тС в год

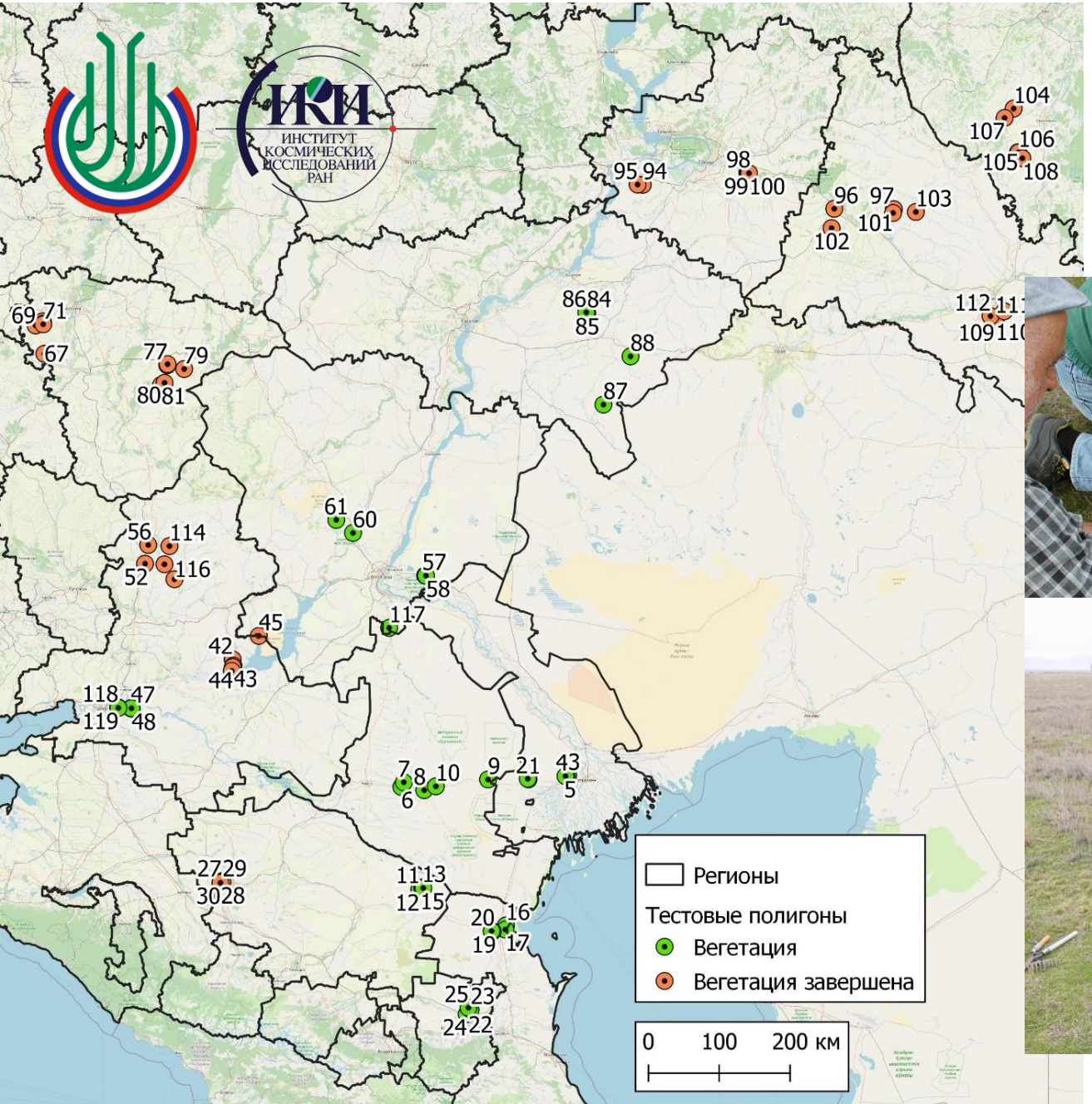


Удельная NPP, т/га в год

По данным MOD17 годовая NPP степей и пустынь превышает 100 млн тС при их общей площади около 40 млн га

Шинкаренко С.С., Барталев С.А., Матвеев А.М., Сайгин И.А. Анализ площади и чистой первичной продукции зональной растительности степного и пустынного биомов России по данным дистанционного зондирования // Аридные экосистемы. 2026. № 3. (в печати)

Апробация методики сбора наземных данных о состоянии растительности пастбищ



12 субъектов РФ
17 филиалов ФГБУ «Росагрохимслужба»
85 тестовых полигонов 200х200 м
425 пробных площадей 10х10 м
2125 укосных площадки 0,25 м^2
4172 образца растительности







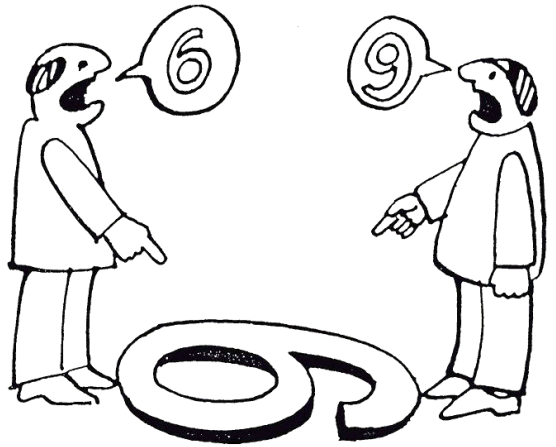


Оценка проективного покрытия растительности пастбищ по наземным фотографиям

Массовый сбор данных о фитомассе очень трудоёмок.

Традиционная глазомерная оценка проективного покрытия субъективна.

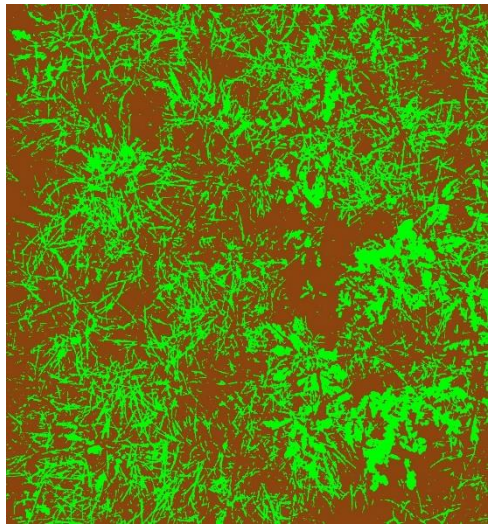
Из-за систематической ошибки каждого эксперта невозможно сопоставление данных от разных исполнителей.

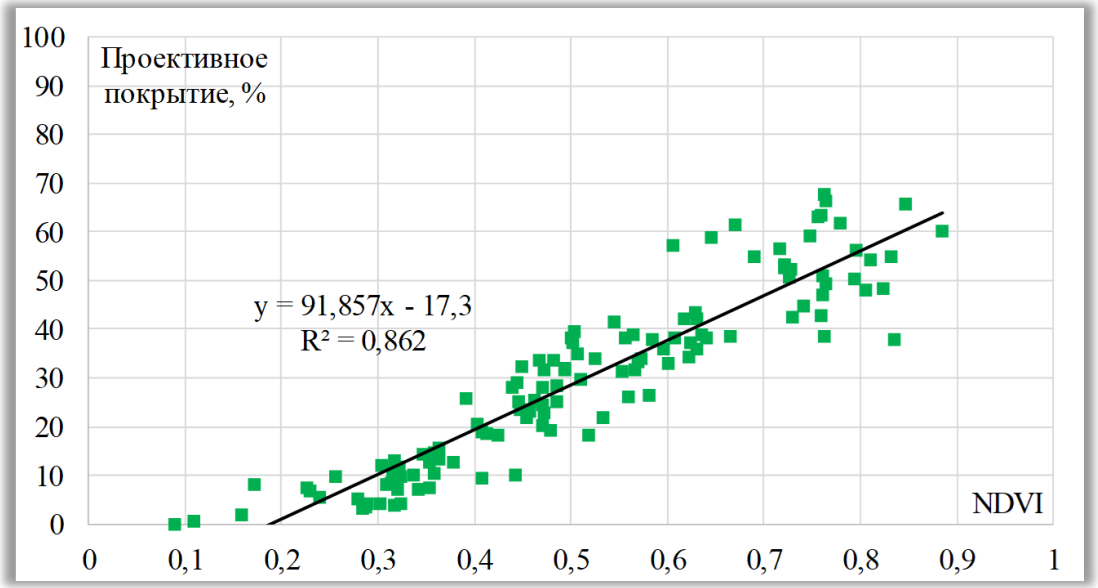


Фотофиксация площадок по стандартному протоколу позволяет избежать субъективности оценок и менее трудоёмка по сравнению с укосами.

Возможна автоматизированная обработка фотографий для определения проективного покрытия.

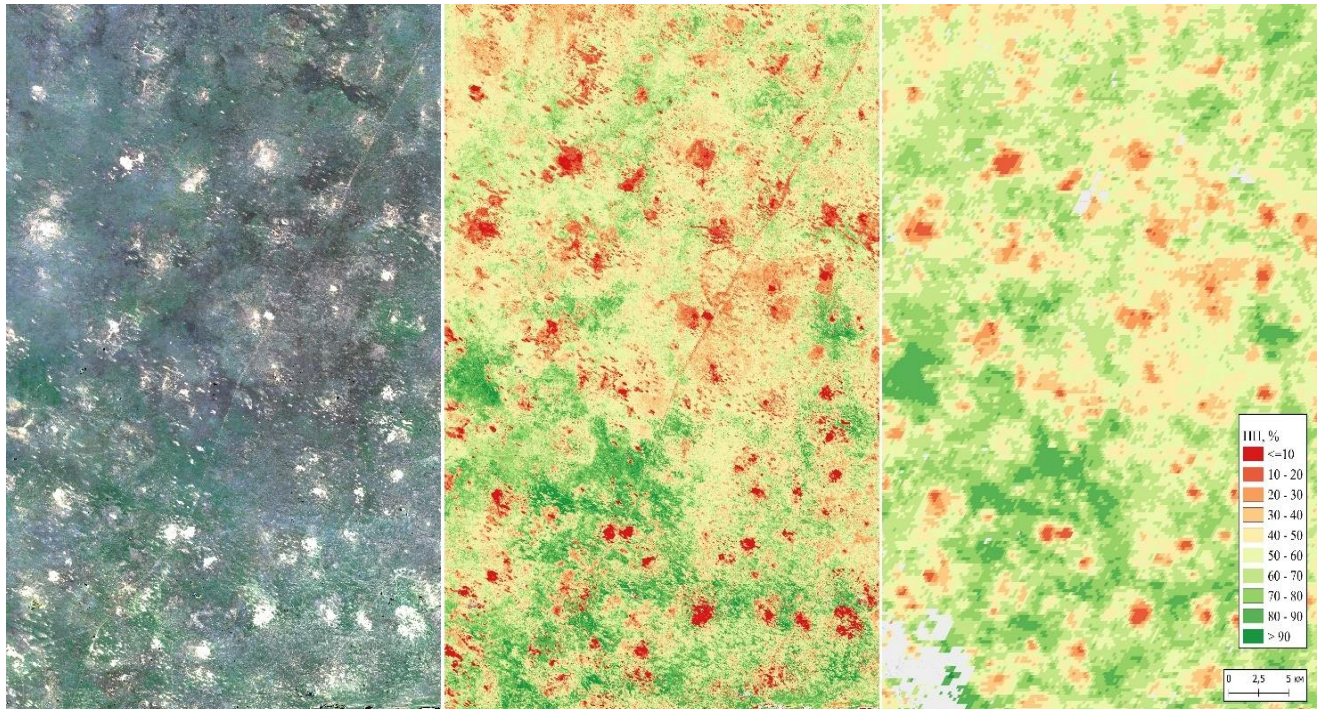




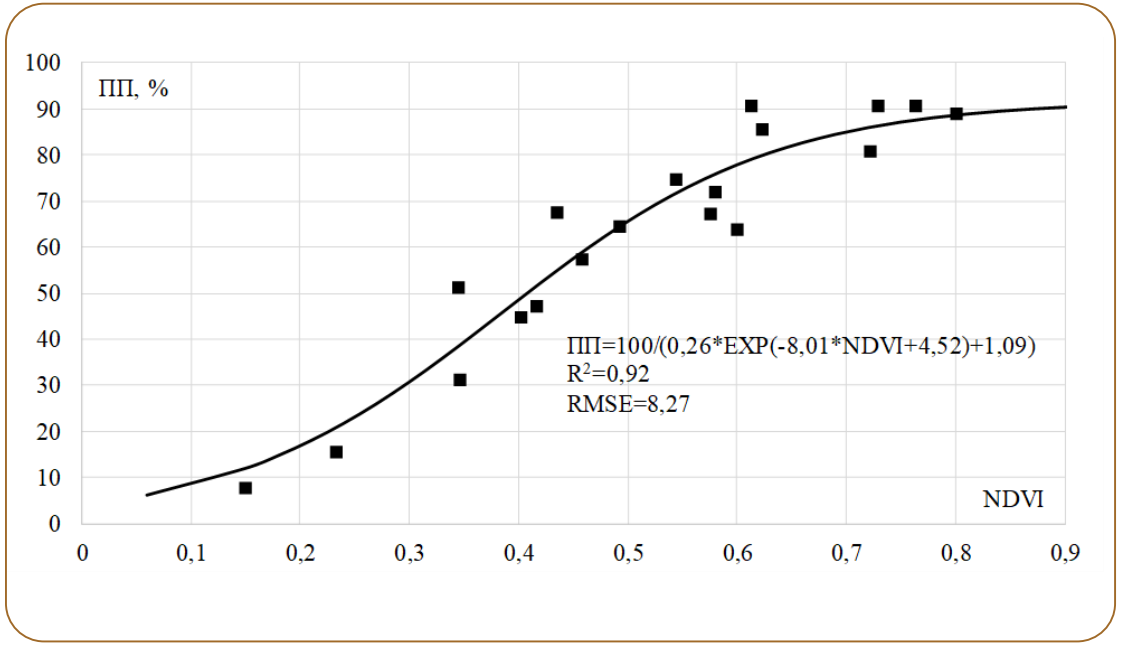


Шинкаренко С.С., Барталев С.А., Богодухов М.А., Егоров В.А. Наземные плановые фотографии как источник опорных данных для дистанционной оценки проективного покрытия пастбищной растительности // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса (принята к печати)

Оценка проективного покрытия пастбищной растительности



Расчет проективного покрытия по данным Sentinel-2 и MODIS на основе наземной информации в 2025 г.



Уравнение связи ПП и NDVI по данным MODIS

Проанализировано более 40 различных спектральных индексов.
Максимальную точность оценки проективного покрытия растительности пастбищ обеспечивает NDVI.

Методика широкомасштабного мониторинга пастбищной растительности



Показатели степени деградации пастбищ в соответствии с ГОСТ Р 70526-2022

Показатель	Степень деградации				
	0	1	2	3	4
Площадь выведенных из землепользования угодий (лишенная растительности на естественных угодьях), % от общей площади	<10	11-30	31-50	51-70	>70
Проективное покрытие пастбищной растительности, % от зонального	**>90**	**71-90**	**51-70**	**11-50**	**<10**
Скорость роста площади деградированных пастбищ, % в год	<0,25	0,26-1	1,1-3,0	3,1-5,0	>5
Площадь подвижных песков, % от общей площади	<2	3-10	10-15	16-25	>25
Увеличение площади подвижных песков, % в год	<0,25	0,26-1	1,1-2,0	2,1-4,0	>4

Шинкаренко С.С., Барталев С.А., Егоров В.А., Хвостиков С.А. Метод картографирования степени деградации равнинных степных и пустынных кормовых угодий на основе многолетних рядов данных дистанционного зондирования // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2026. Т. 23. № 3. С. 223-238
DOI: 10.21046/2070-7401-2026-23-3-223-238

Определение степени деградации растительности пастбищ

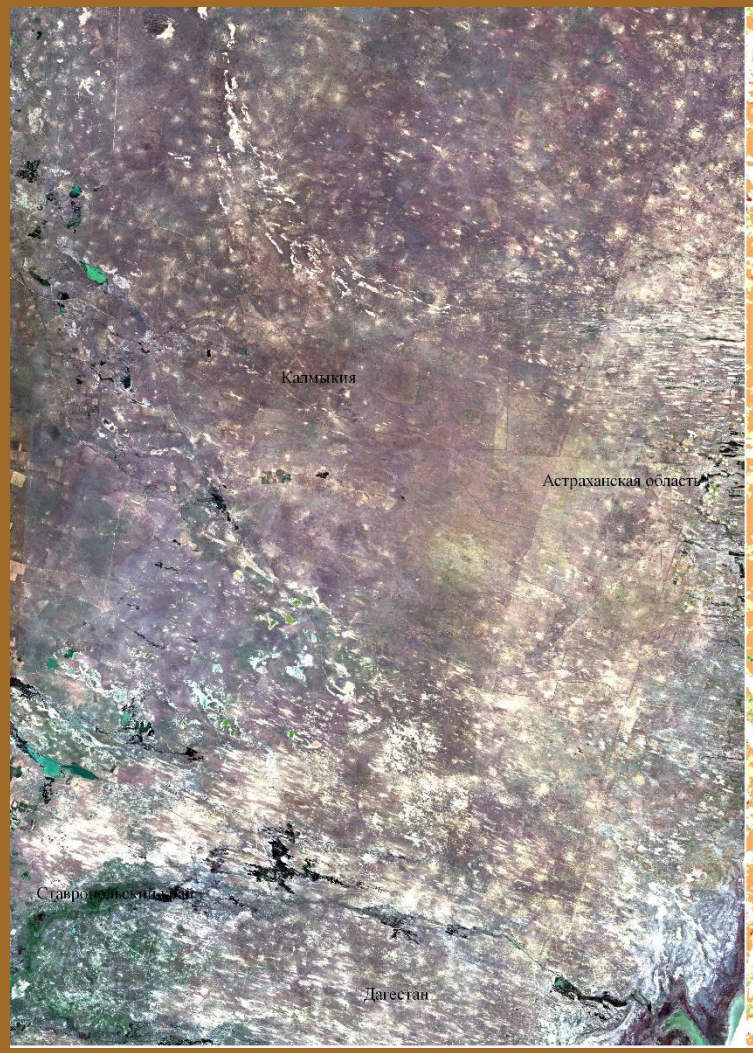




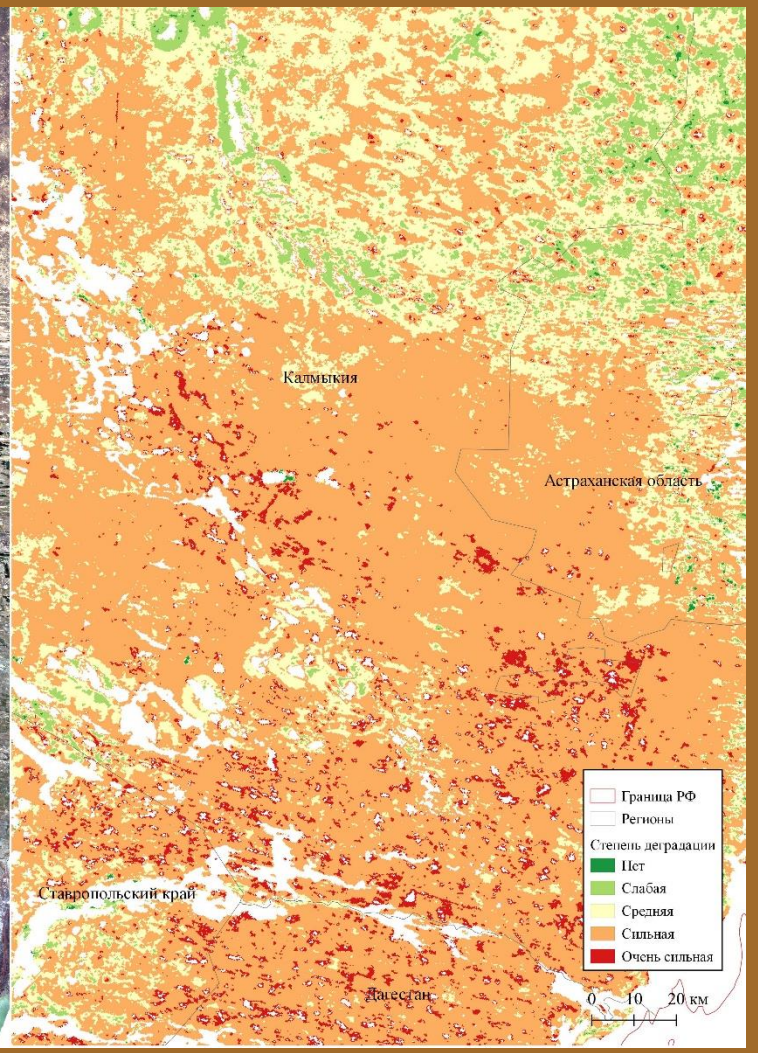




Спутниковое изображение Sentinel-2

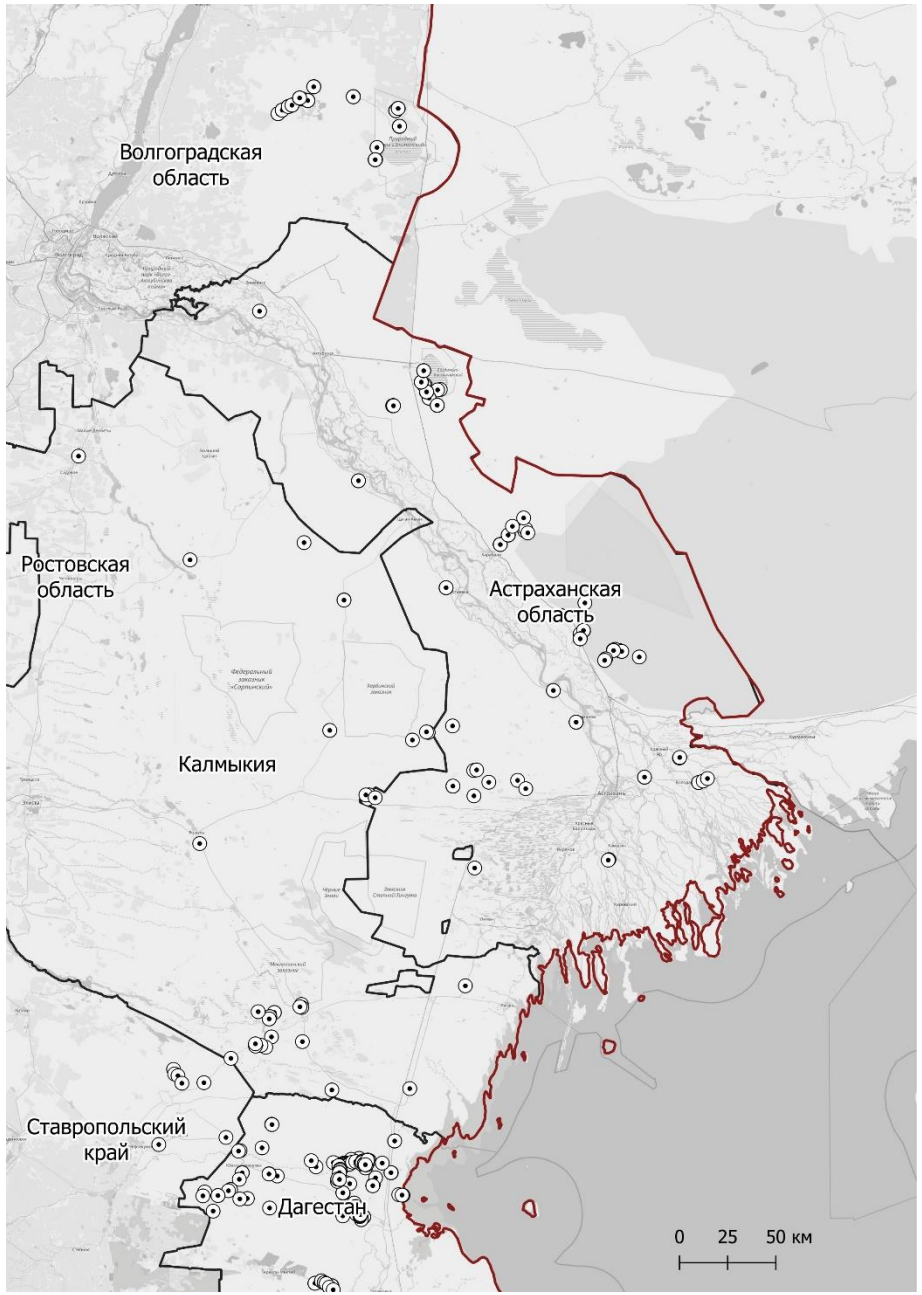


Степень деградации на 2024



Общая точность 89%

Верификация оценок степени деградации за 2020-2025 гг.



Независимая наземная валидационная выборка

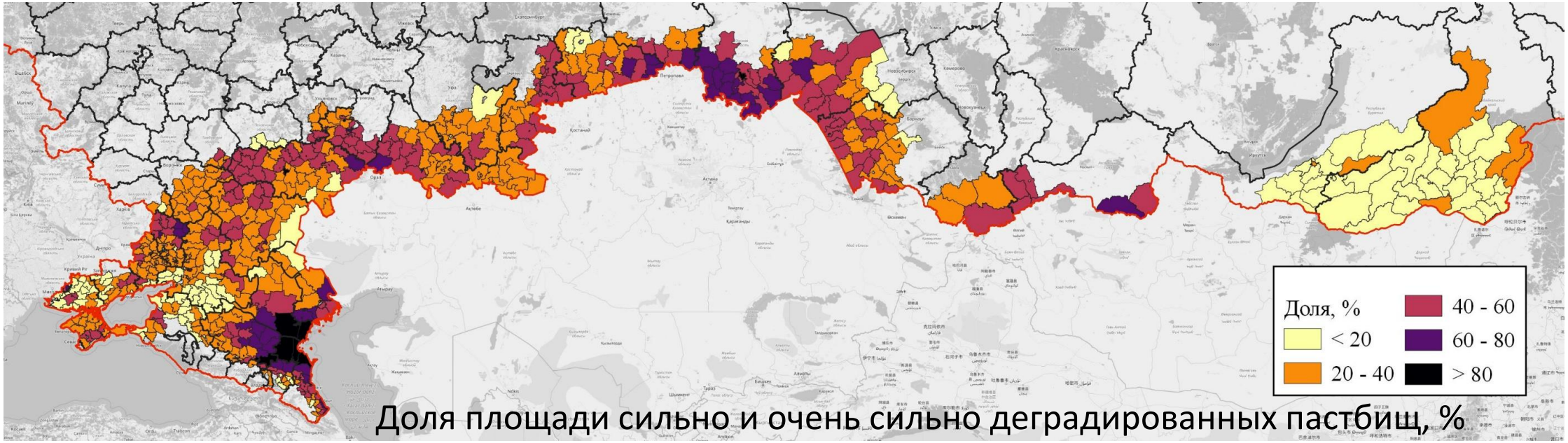


Динамика NDVI растительного покрова разной степени деградации

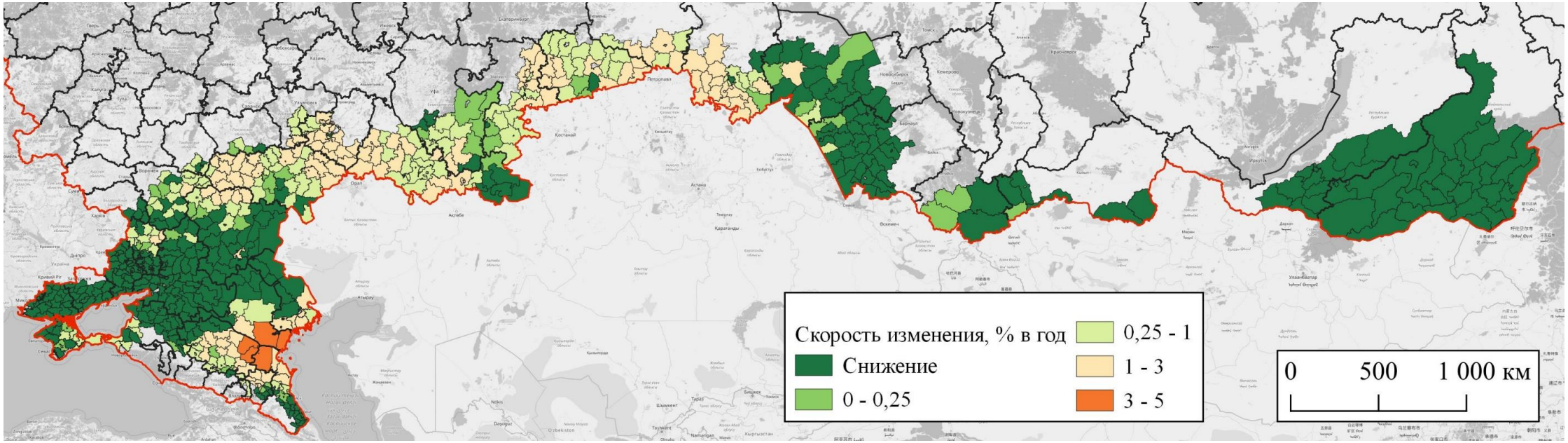
Оценка точности определения степени деградации РП

Степень деградации	Количество полигонов, шт.	Полнота	Точность	F1	Общая точность	СКО
Нет/Слабая	29	0,90	0,90	0,90	0,89	0,34
Средняя	72	0,74	0,88	0,80		
Сильная	81	0,91	0,82	0,87		
Очень сильная	80	1,00	0,96	0,98		

Оценка степени деградации растительности пастбищ в зоне риска опустынивания

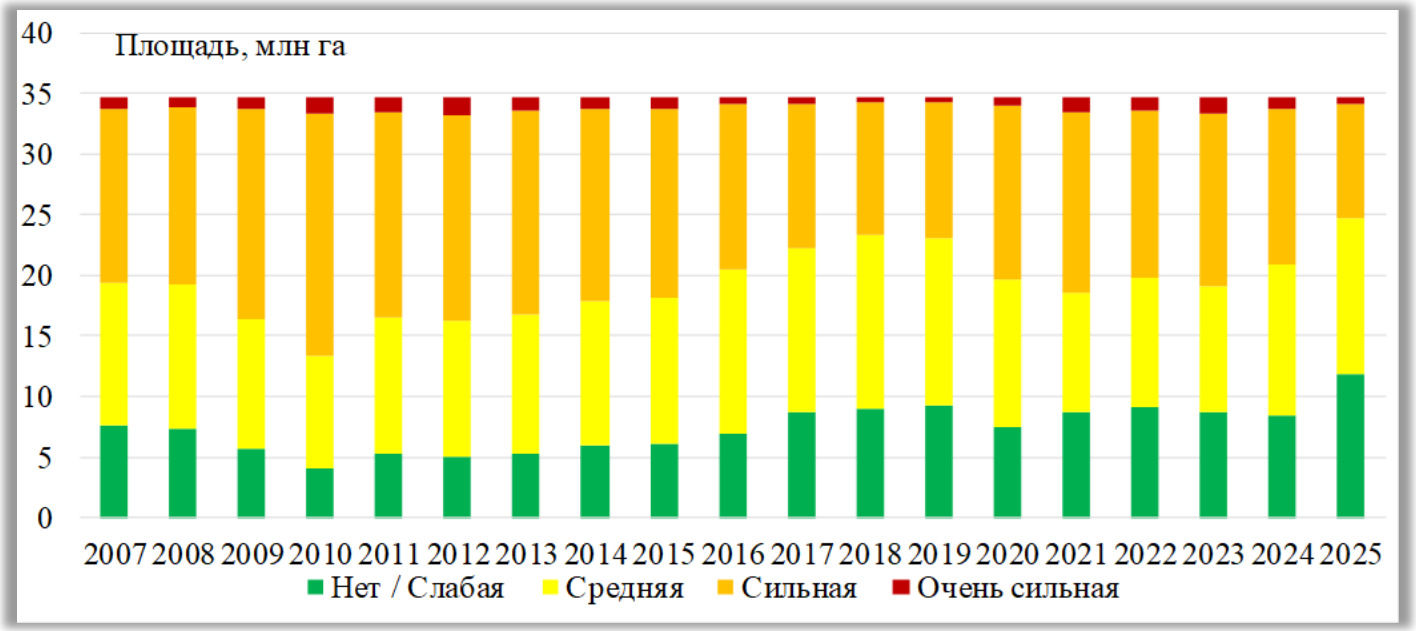


Доля площади сильно и очень сильно деградированных пастбищ, %



Скорость изменения площади сильно и очень сильно деградированных пастбищ, % в год

Ежегодная оценка распределения площади растительности пастбищ по степени деградации в зоне риска опустынивания

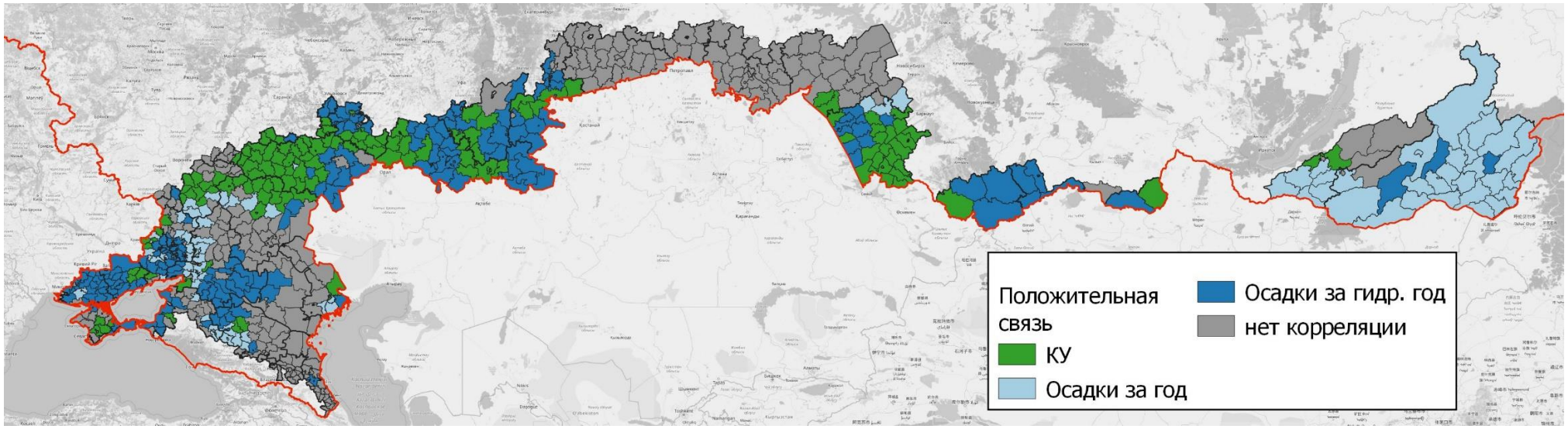


Динамика площади пастбищной растительности различной степени деградации

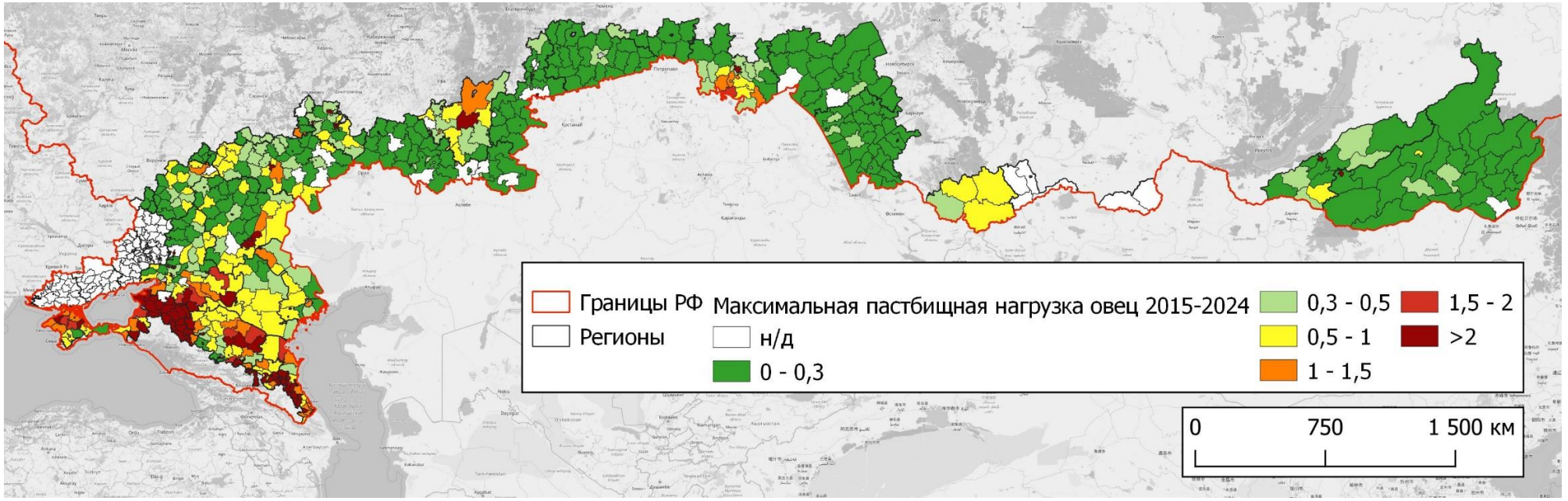


Динамика площади пастбищной растительности очень сильной степени деградации

Факторы динамики продуктивности пастбищ

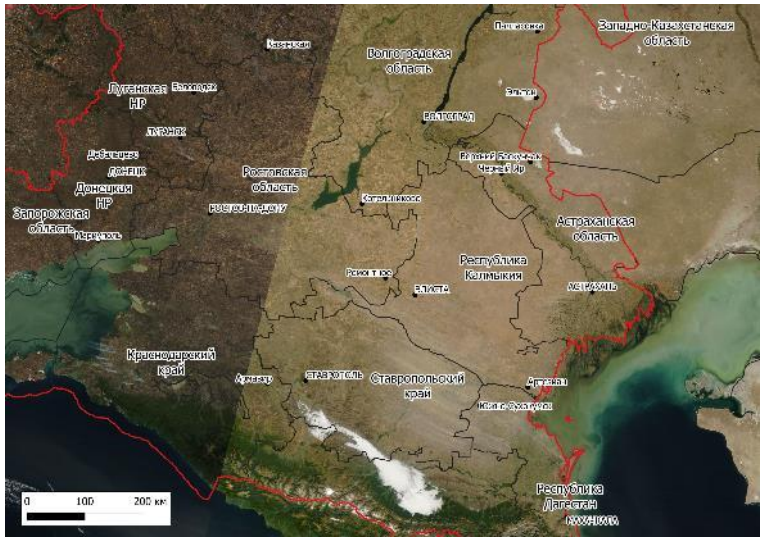


Корреляция продуктивности степных и пустынных пастбищ с гидротермическими условиями (p<0,05)



Максимум пастбищных нагрузок овец и коз в период 2015-2024 гг., гол./га

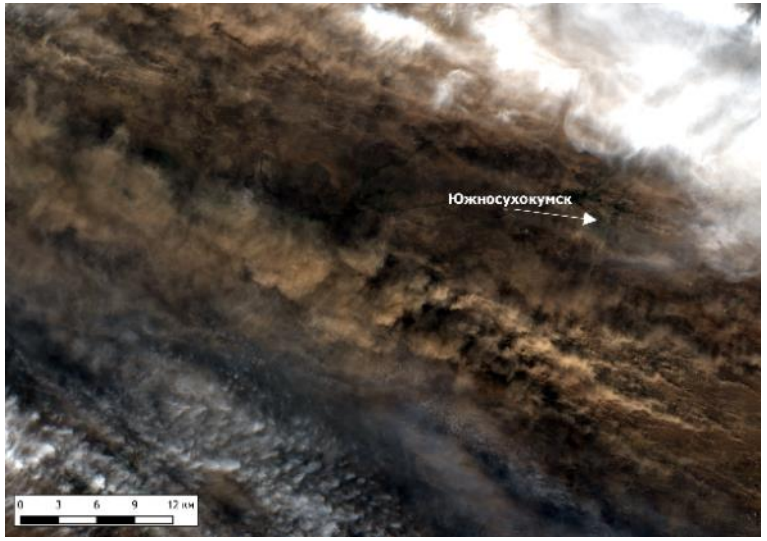
Пыльные бури вызывают значительные изменения площади открытых песков

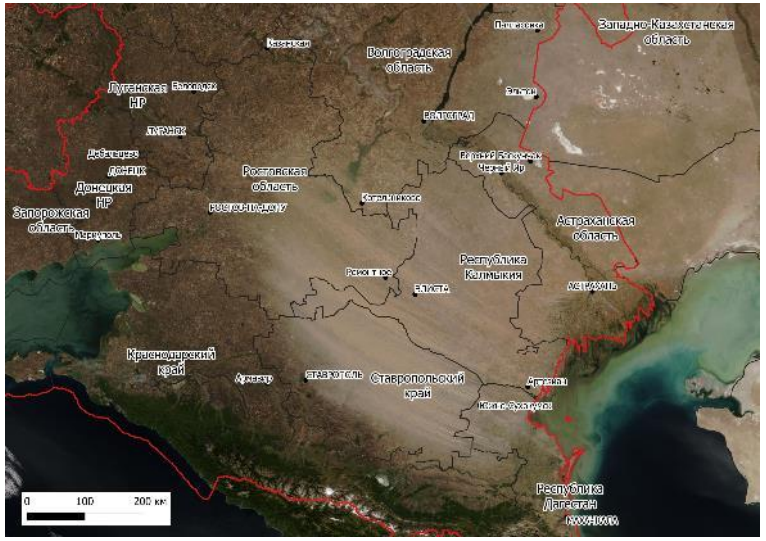


09:40

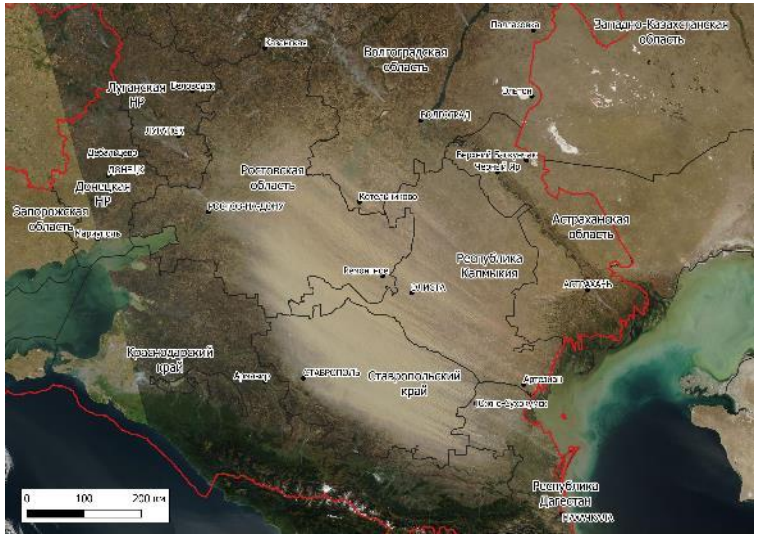


12:12



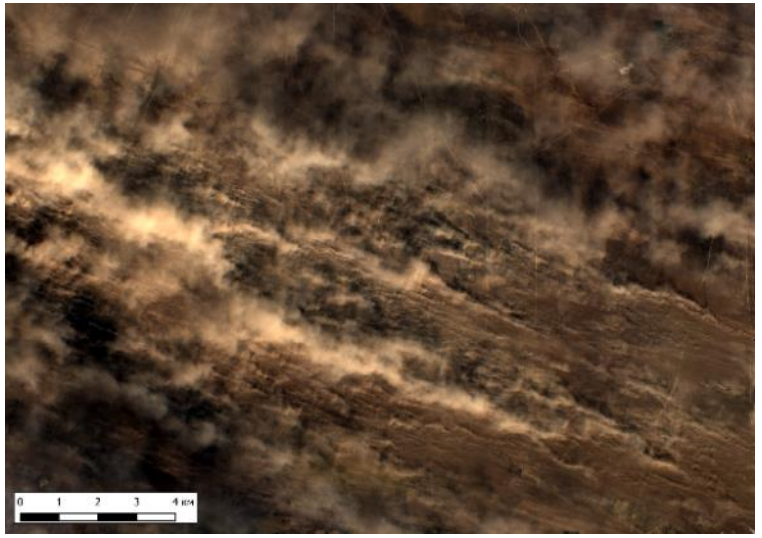


13:06



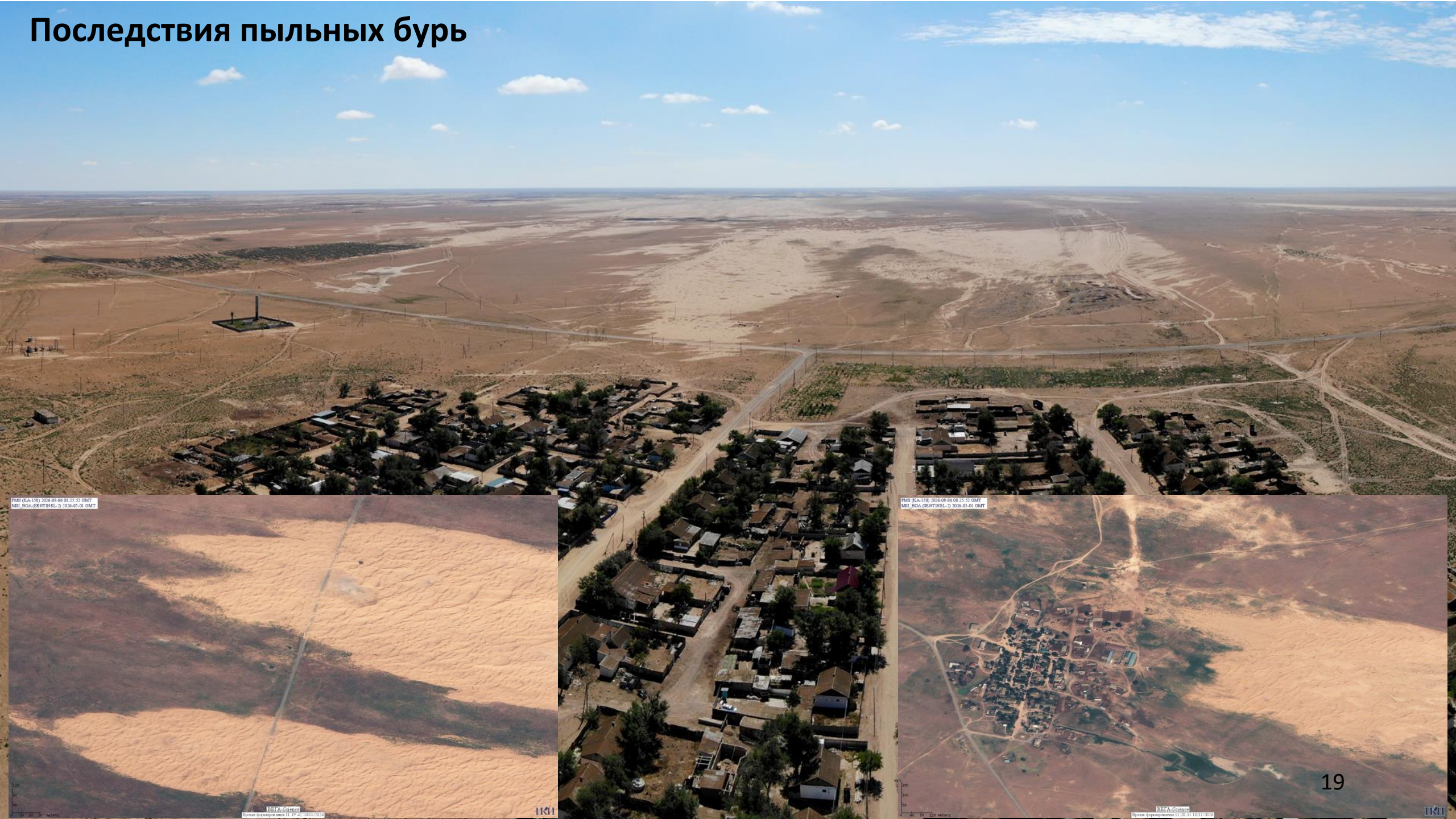
13:20

Развитие пыльной бури 29 сентября 2024 г.

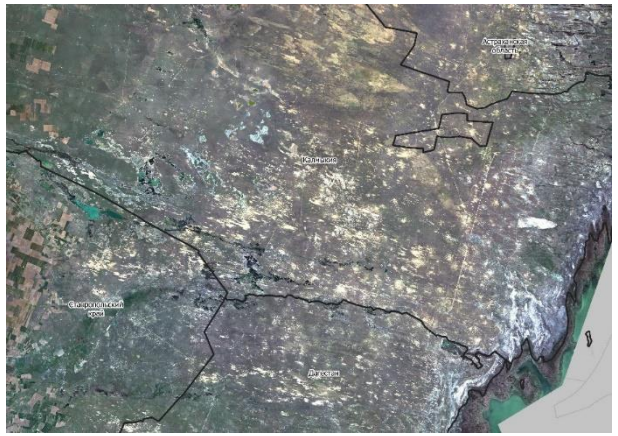


Пыльная буря в сентябре 2020 г.

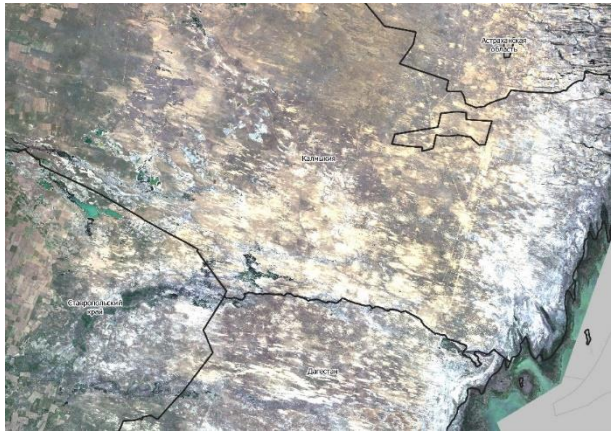
Последствия пыльных бурь



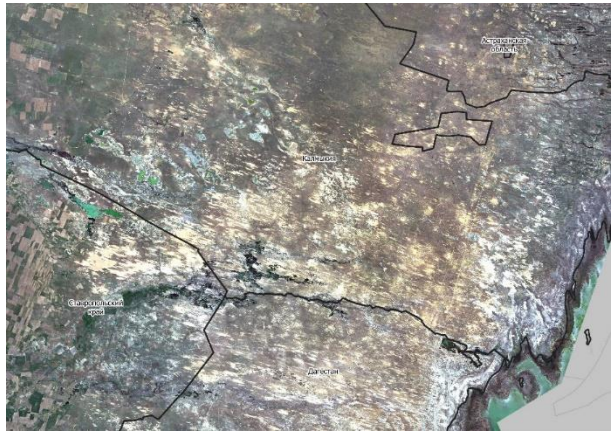
Площади открытых песков в 2019-2026 гг.



2019



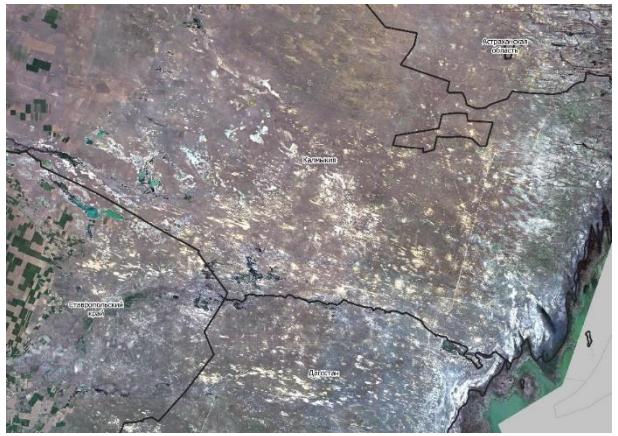
2021



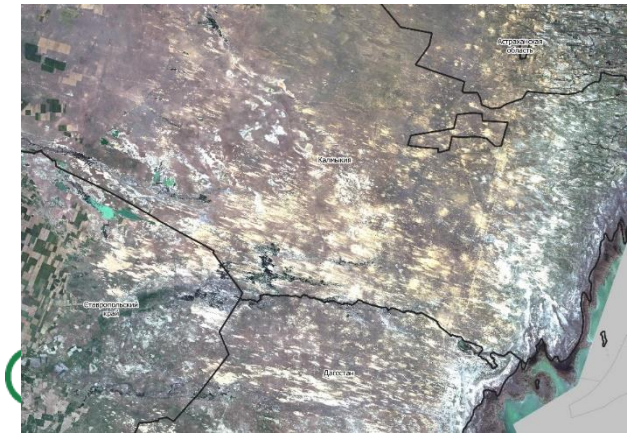
2023



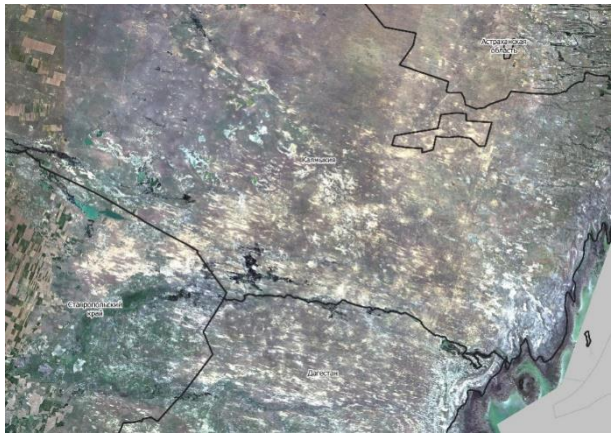
2025



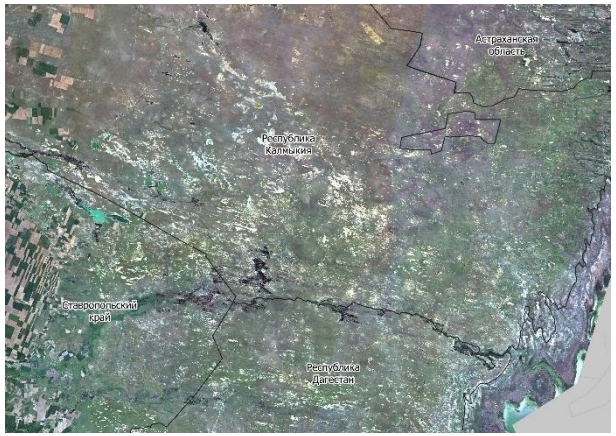
2020



2022

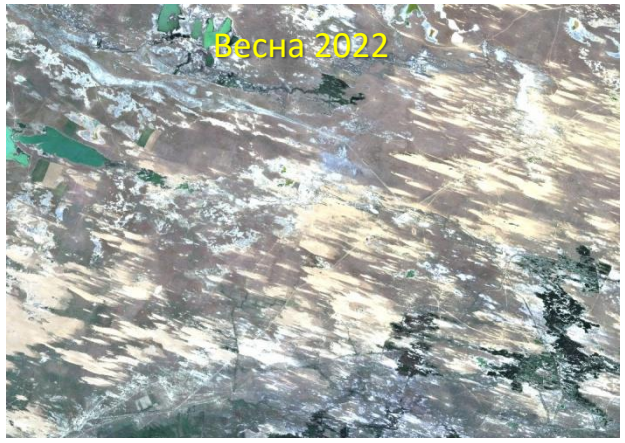


2024

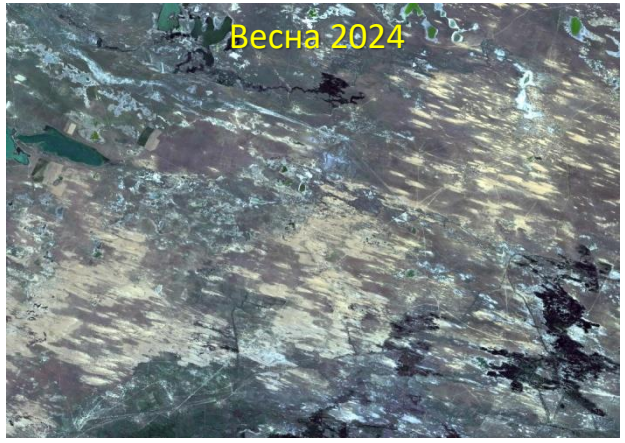


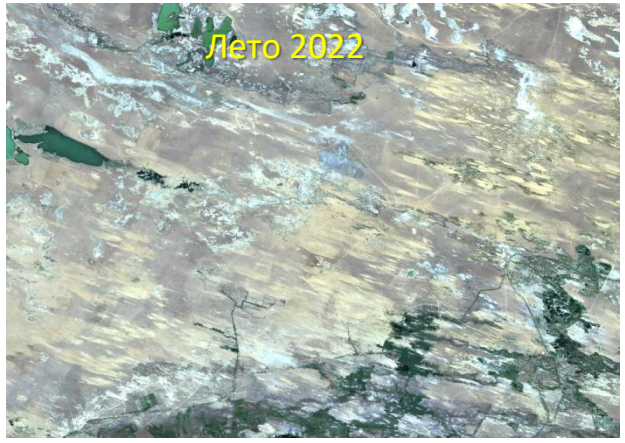
2026

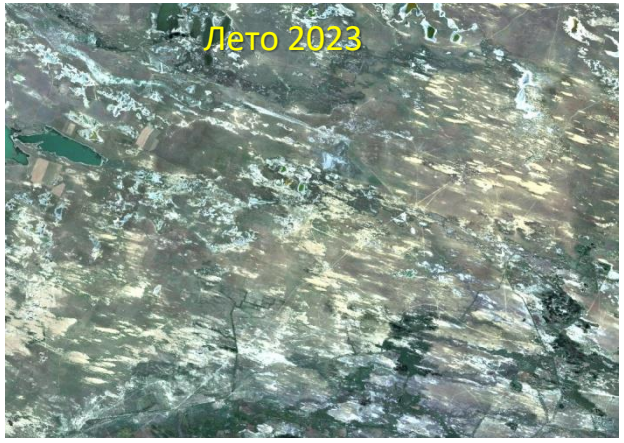
Изменения площади открытых песков

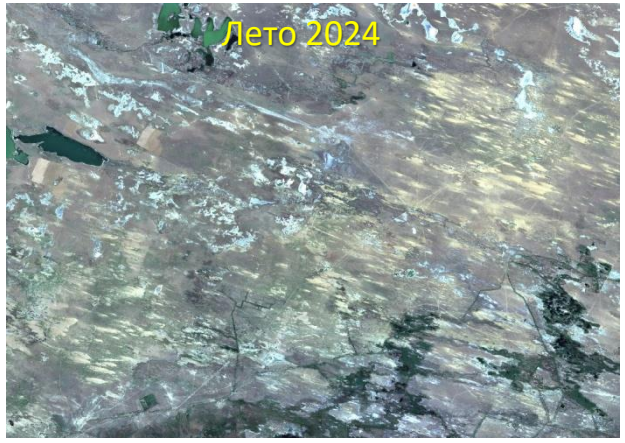












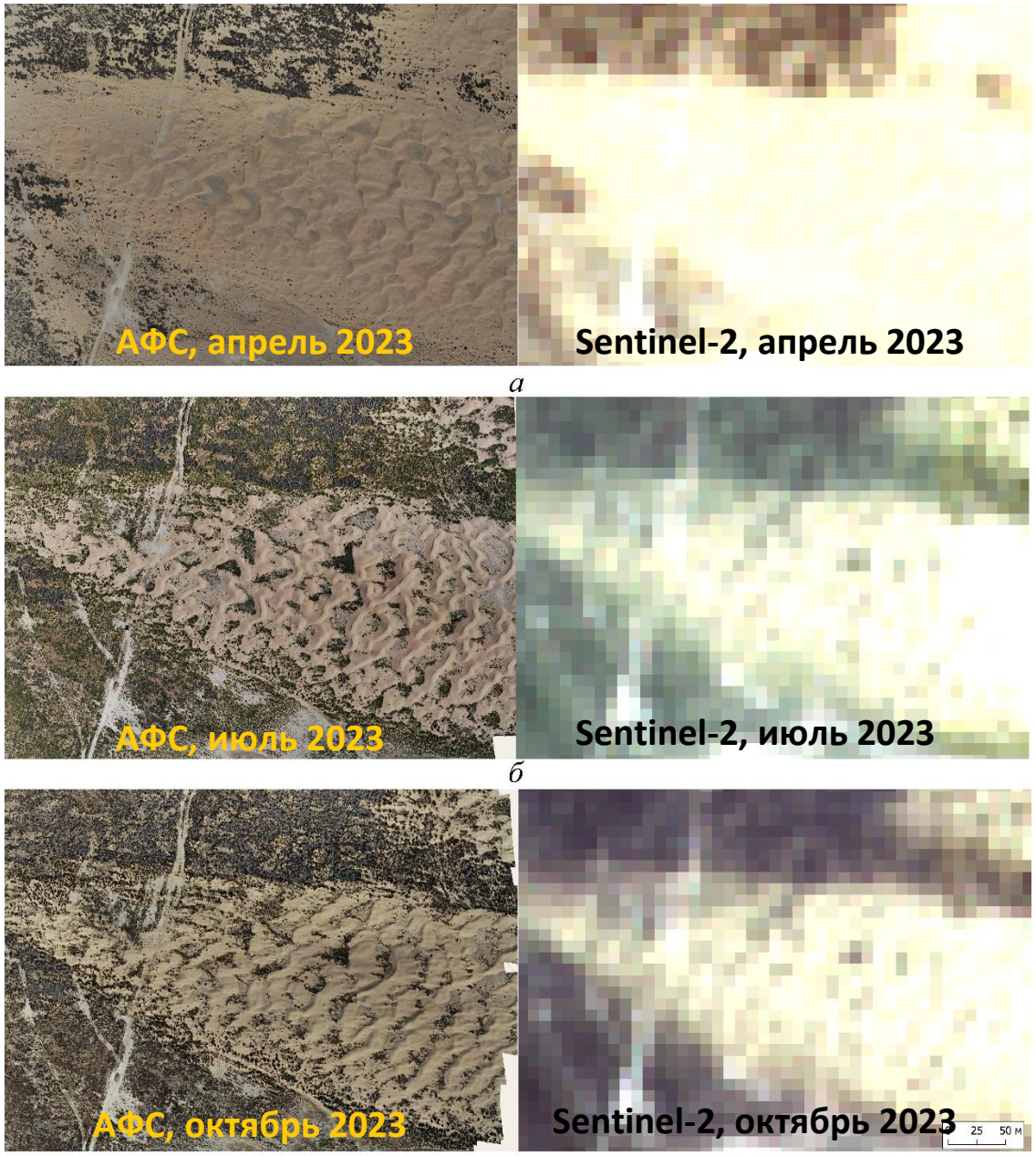




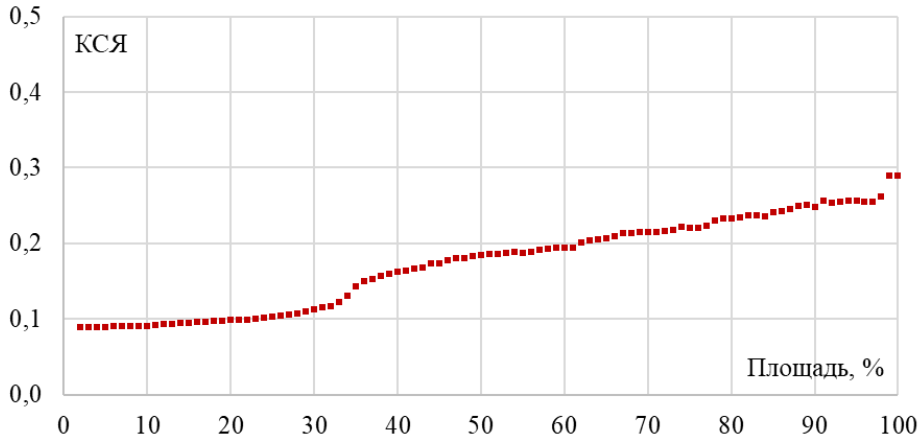


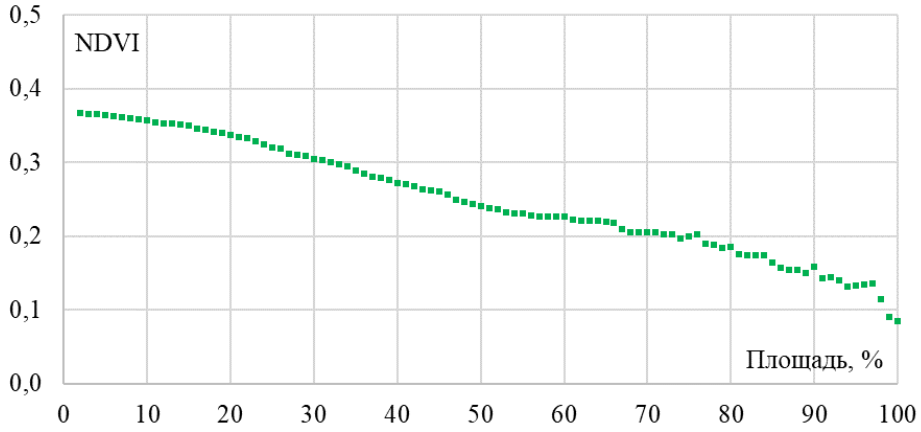
Композитные изображения sentinel-2 с устраненным влиянием облачности позволяют получить однородный многолетний ряд данных

Построение опорной выборки



Разносезонные данных БПЛА и Sentinel-2



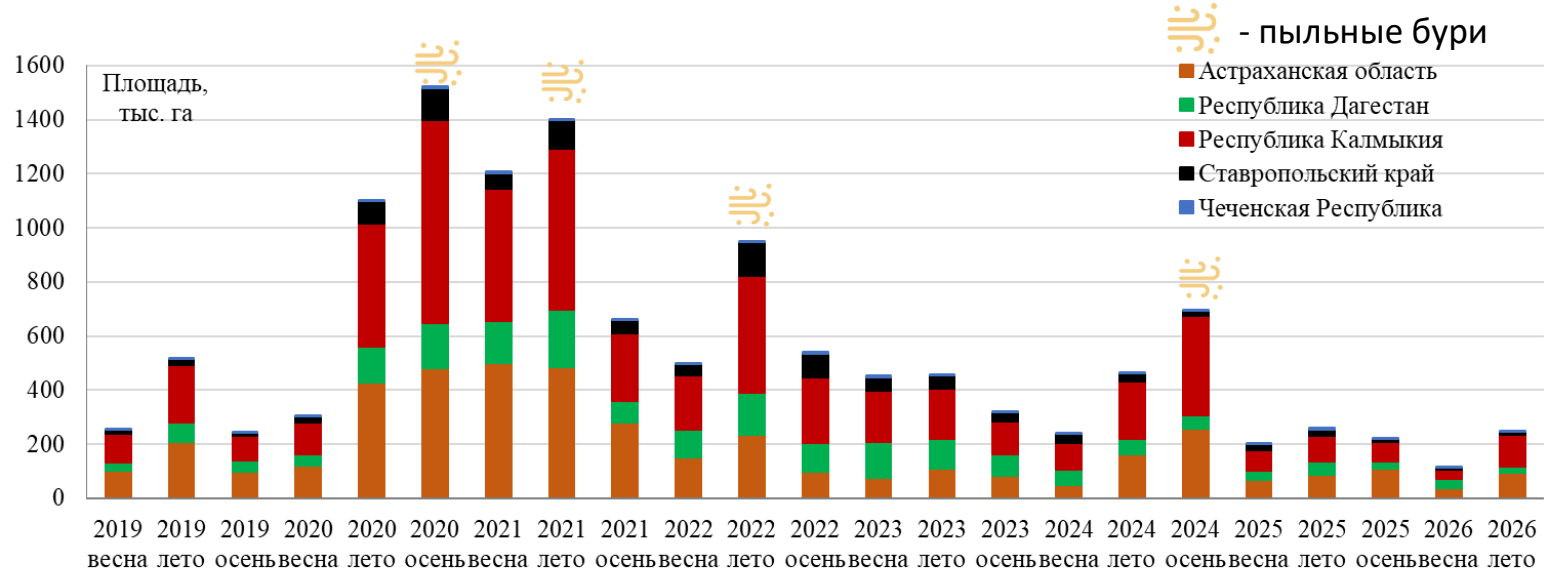


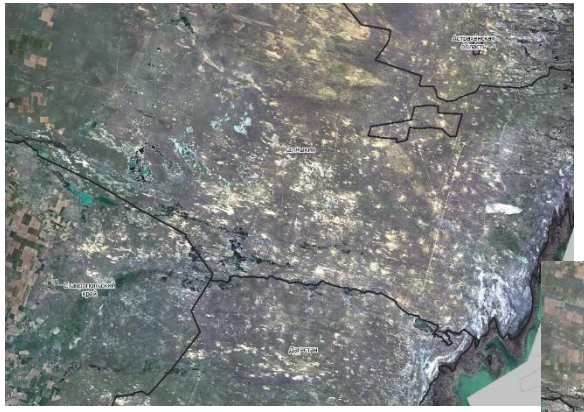
Связь КСЯ в красном канале, NDVI и доли открытых песков в пикселе Sentinel-2 по данным БПЛА

Шинкаренко С.С., Барталев С.А., Биарсланов А.Б., Кашницкий А.В., Полтарин В.С. Метод картографирования сезонной динамики площадей открытых песков и дефлированных территорий на основе спутниковых данных высокого разрешения и машинного обучения // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2025. Т. 22. № 3. С. 207-221. DOI 10.21046/2070-7401-2025-22-3-207-221

Шинкаренко С.С., Барталев С.А., Биарсланов А.Б. Анализ информативности спектральных вегетационных индексов для спутникового картографирования открытых песков и дефлированных территорий Северо-Западного Прикаспия // Аридные экосистемы, 2025. 31, № 3 (104). С. 42-54. DOI: 10.24412/1993-3916-2025-3-42-54

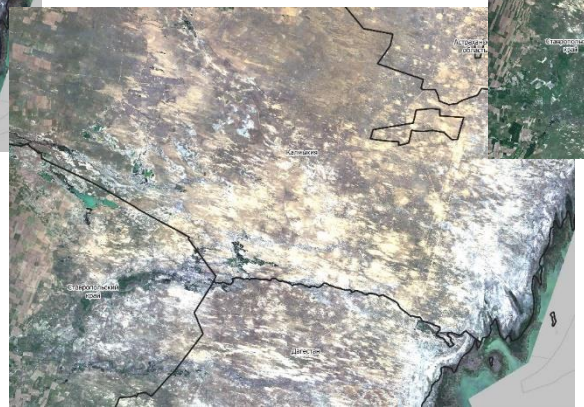
Площади открытых песков и дефлированных пастбищ в 2019-2026 гг.

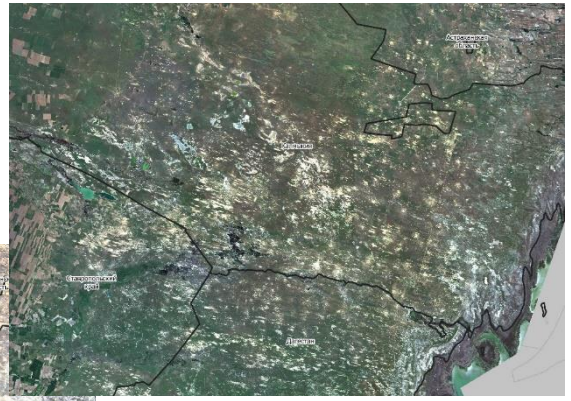




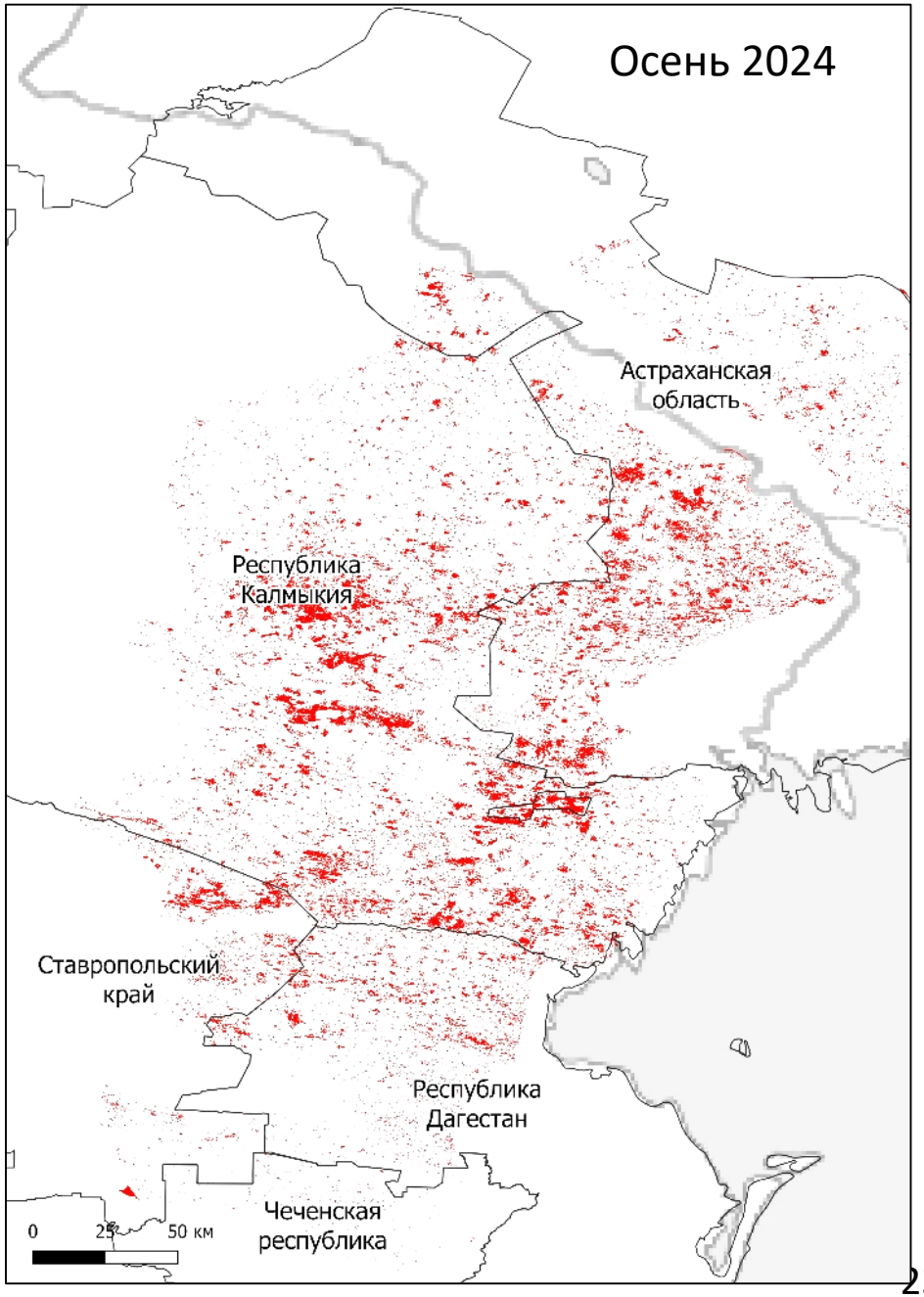
2019

2021

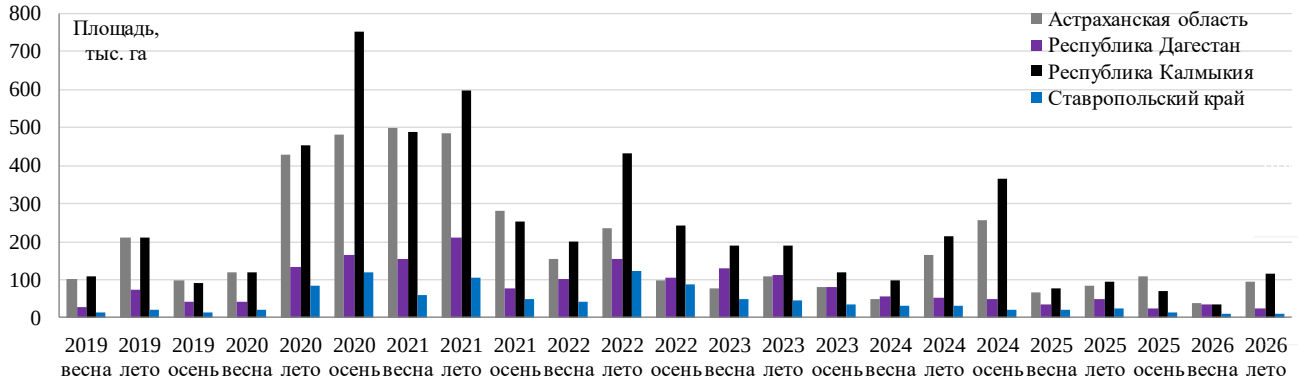




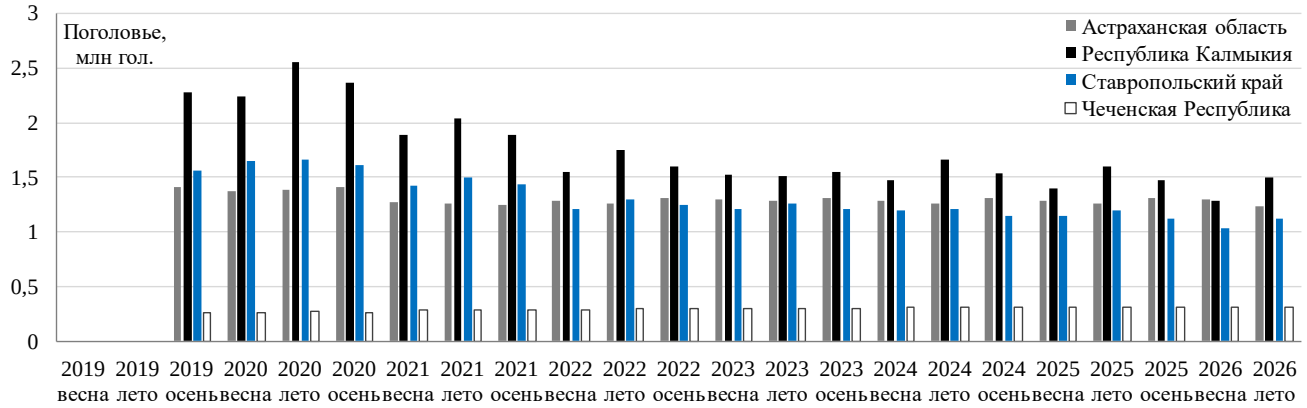
2025



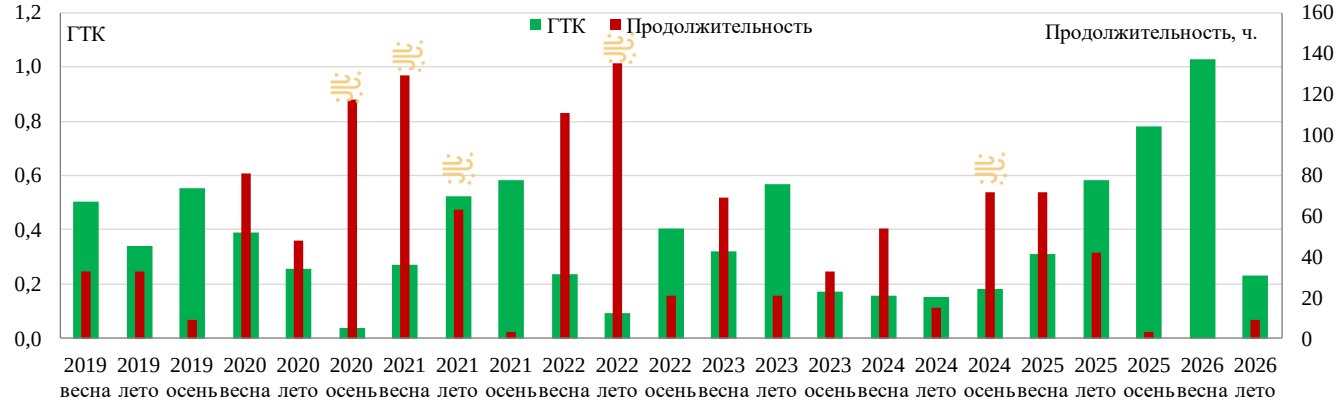
Динамика площади открытых песков на пастбищах Прикаспия



Площадь открытых песков



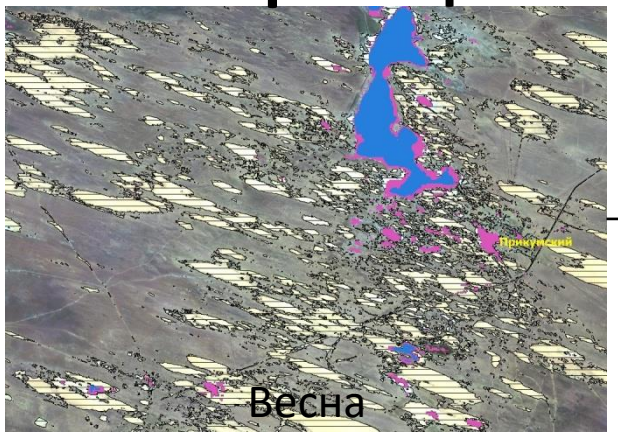
Поголовье овец и коз (Росстат)

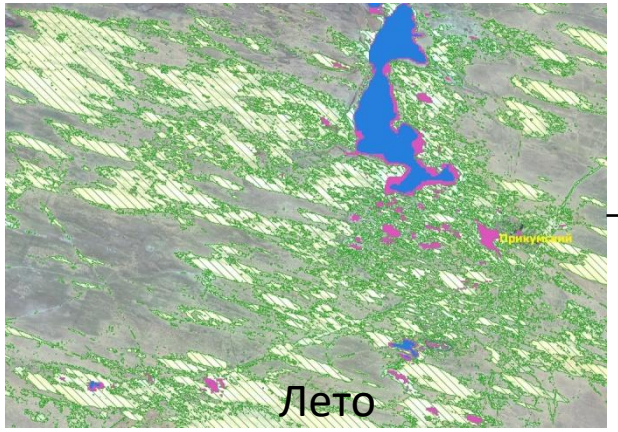


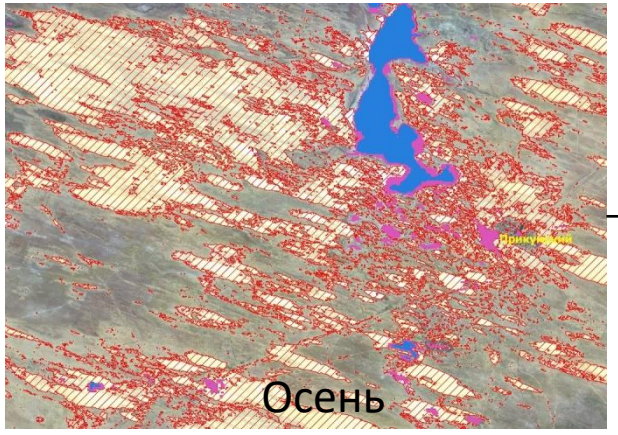
ГТК и продолжительность ветров более 15 м/с (МС Комсомольский)

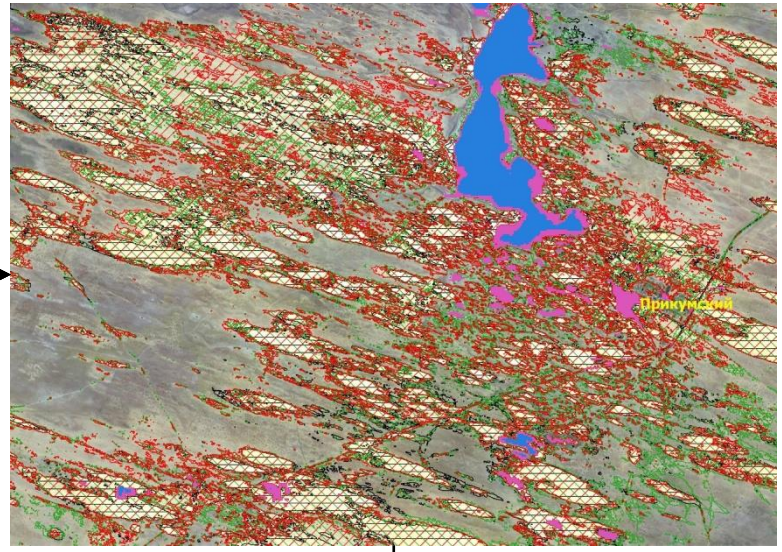
Шинкаренко С.С., Барталев С.А., Биарсланов А.Б., Кашницкий А.В., Лупян Е.А. Анализ динамики площади открытых песков и дефлированных территорий на юго-востоке европейской части России в 2019-2025 гг. по данным дистанционного зондирования // Аридные экосистемы. 2026. № 4. (в печати)

Классификация открытых песков по динамике

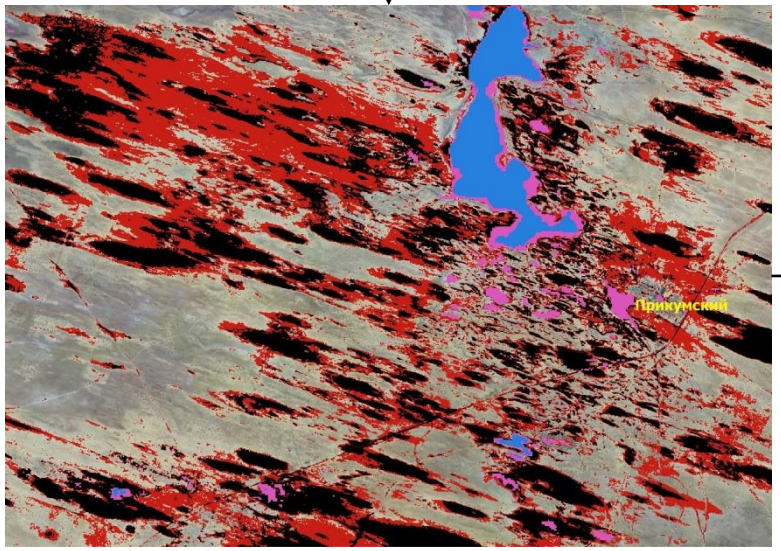




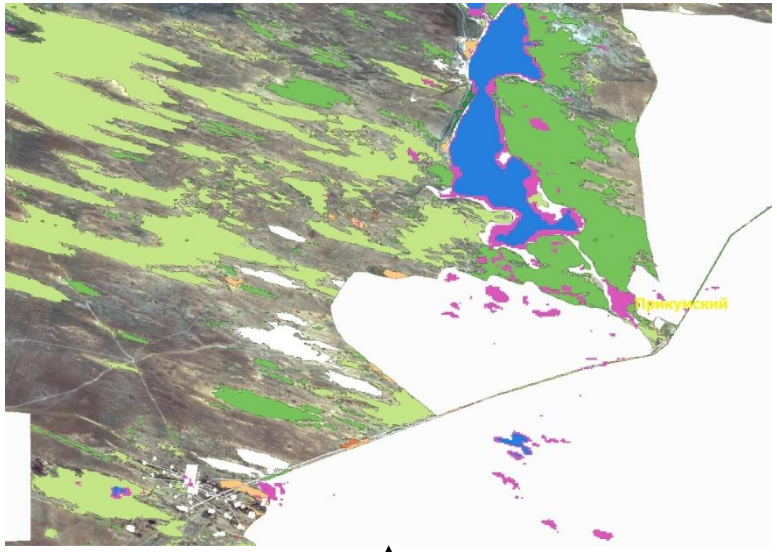




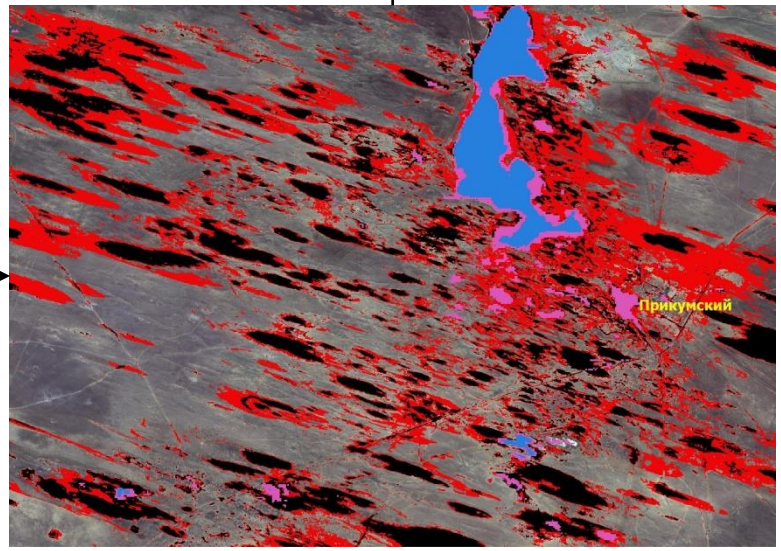
Объединение и пересечение данных за год



Стабильная (чёрный) и максимальная (красный) годовая площадь

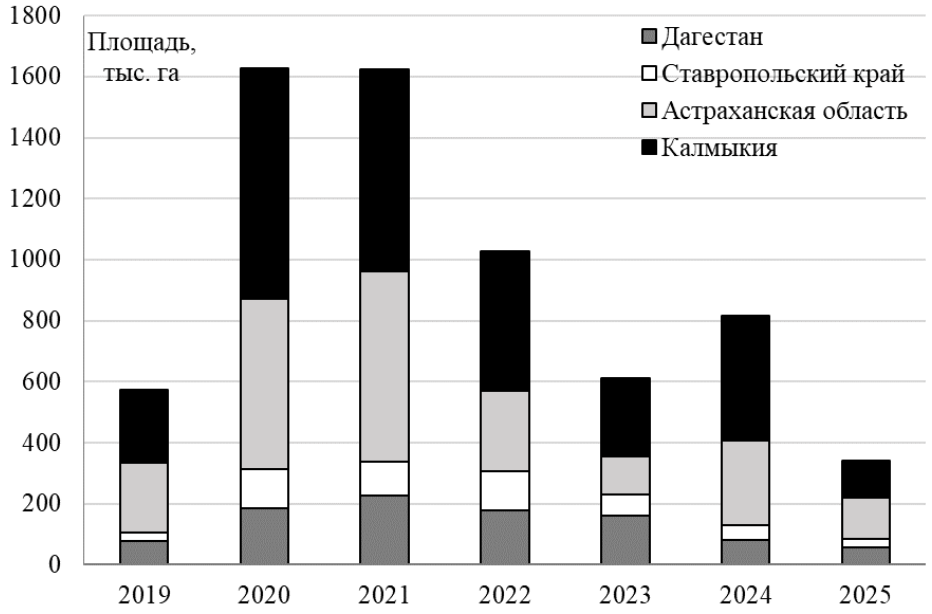


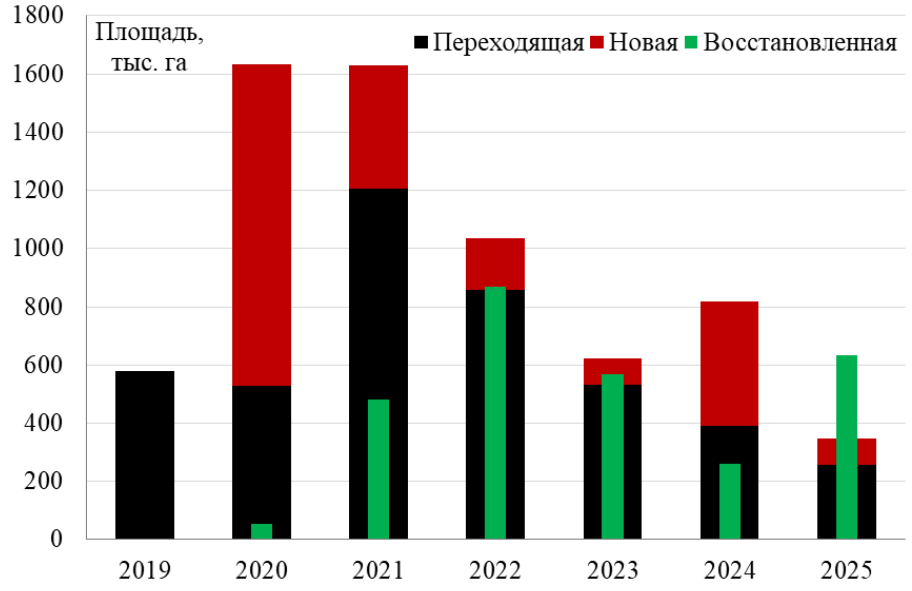
Векторизация и мониторинг объектов



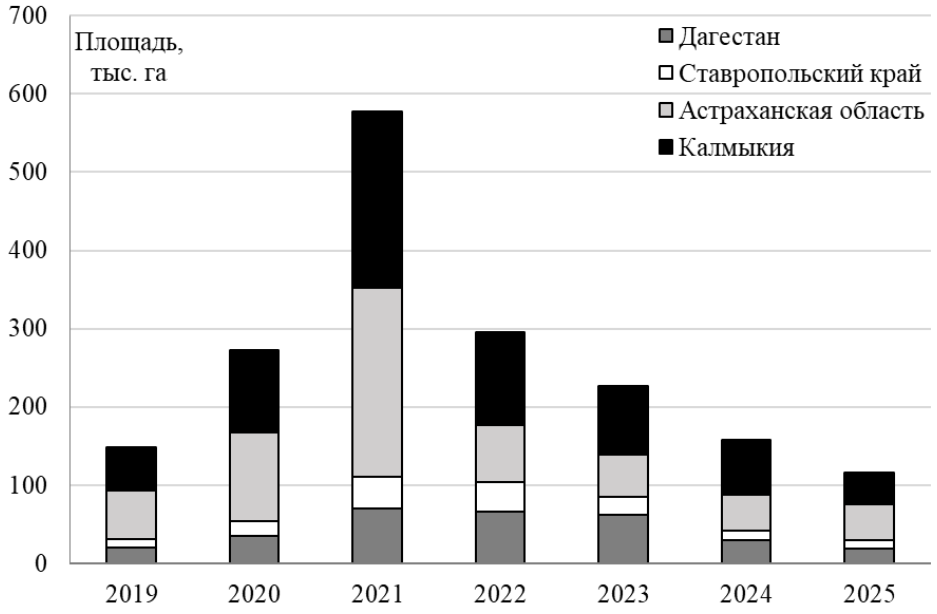
Объединение и пересечение данных за несколько лет

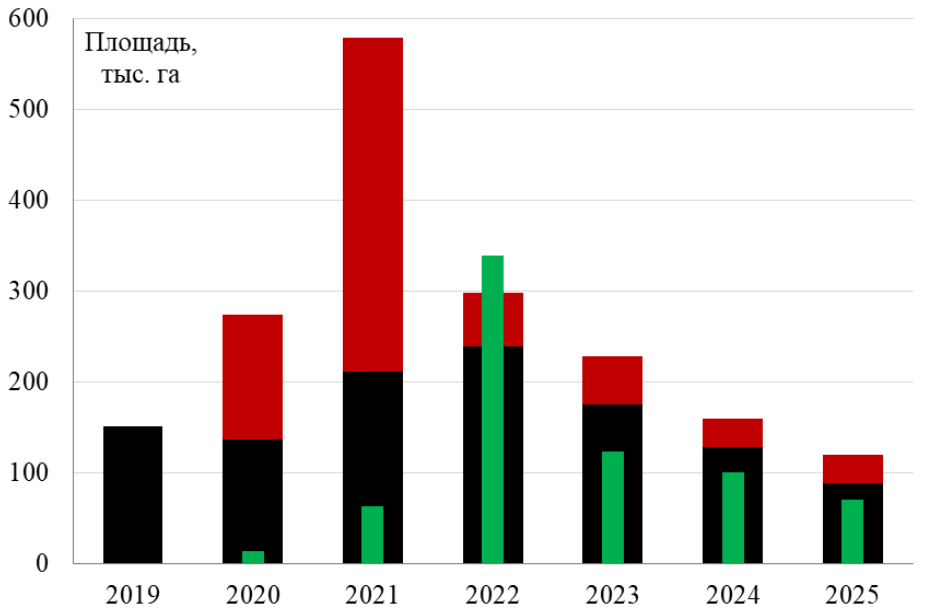
Площади открытых песков в 2019-2025 гг.





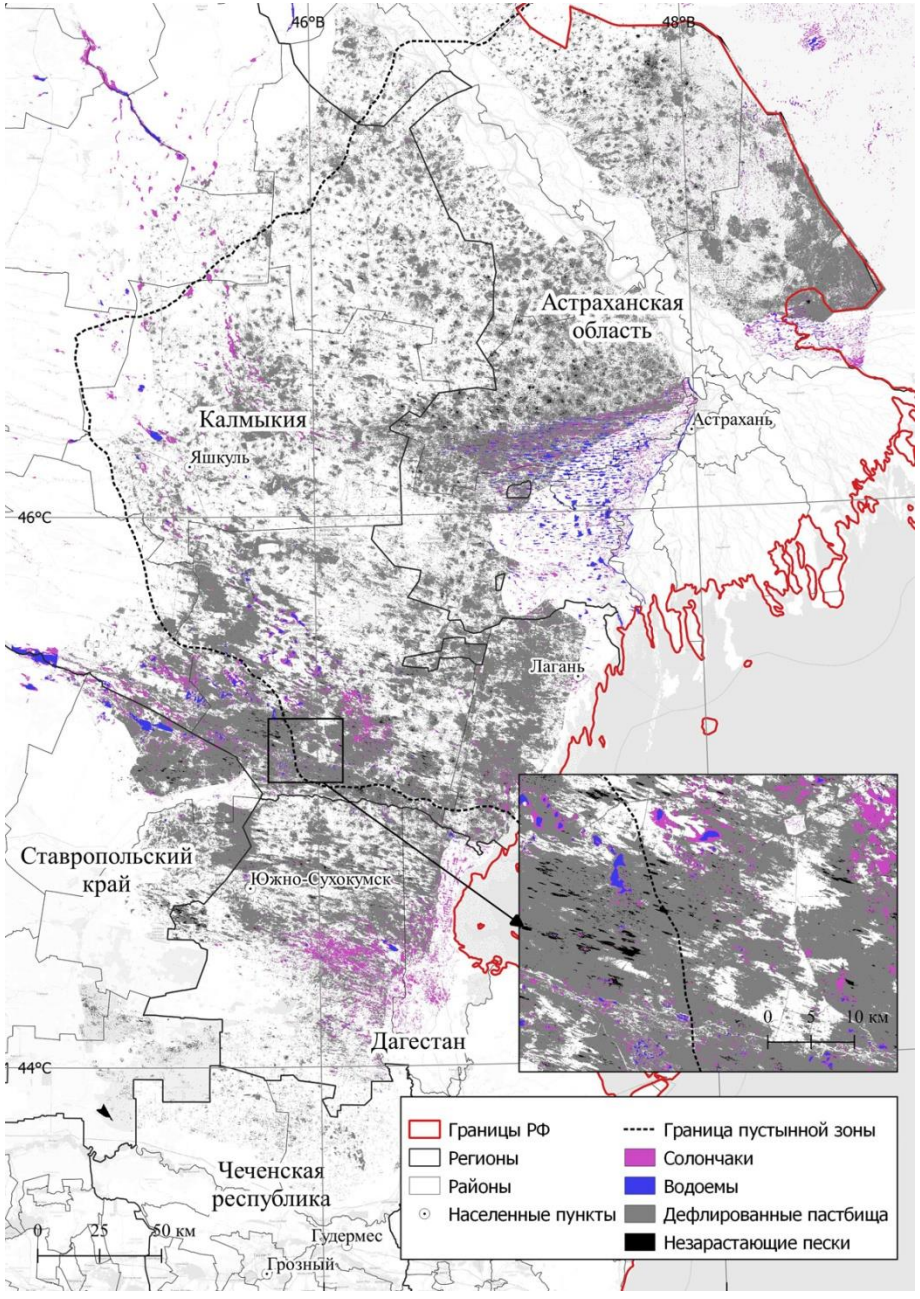
Максимальная площадь дефлированных территорий

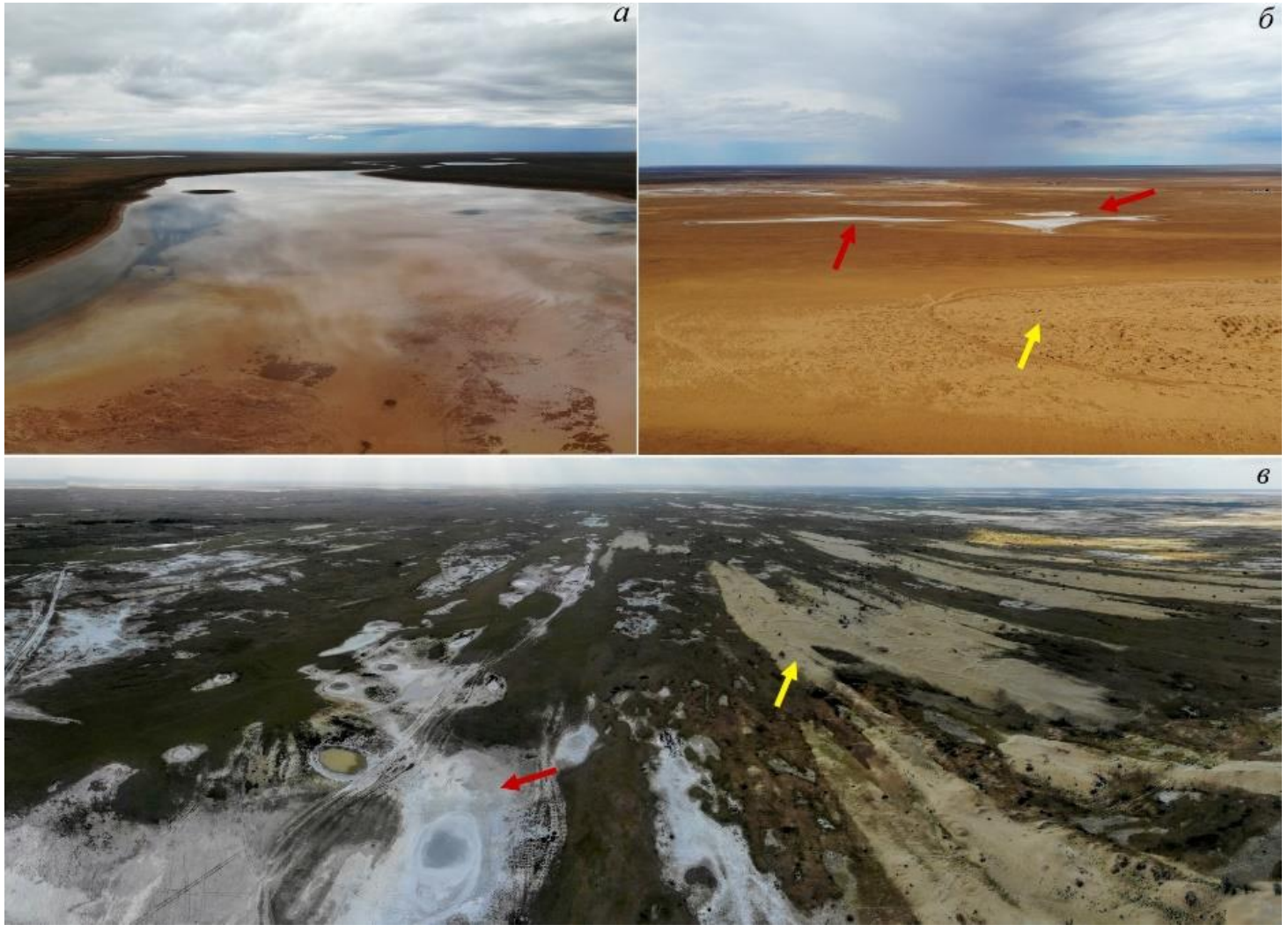




Незарастающие в течение года пески

Результат картографирования соровых понижений, солончаков и дефлированных пастбищ

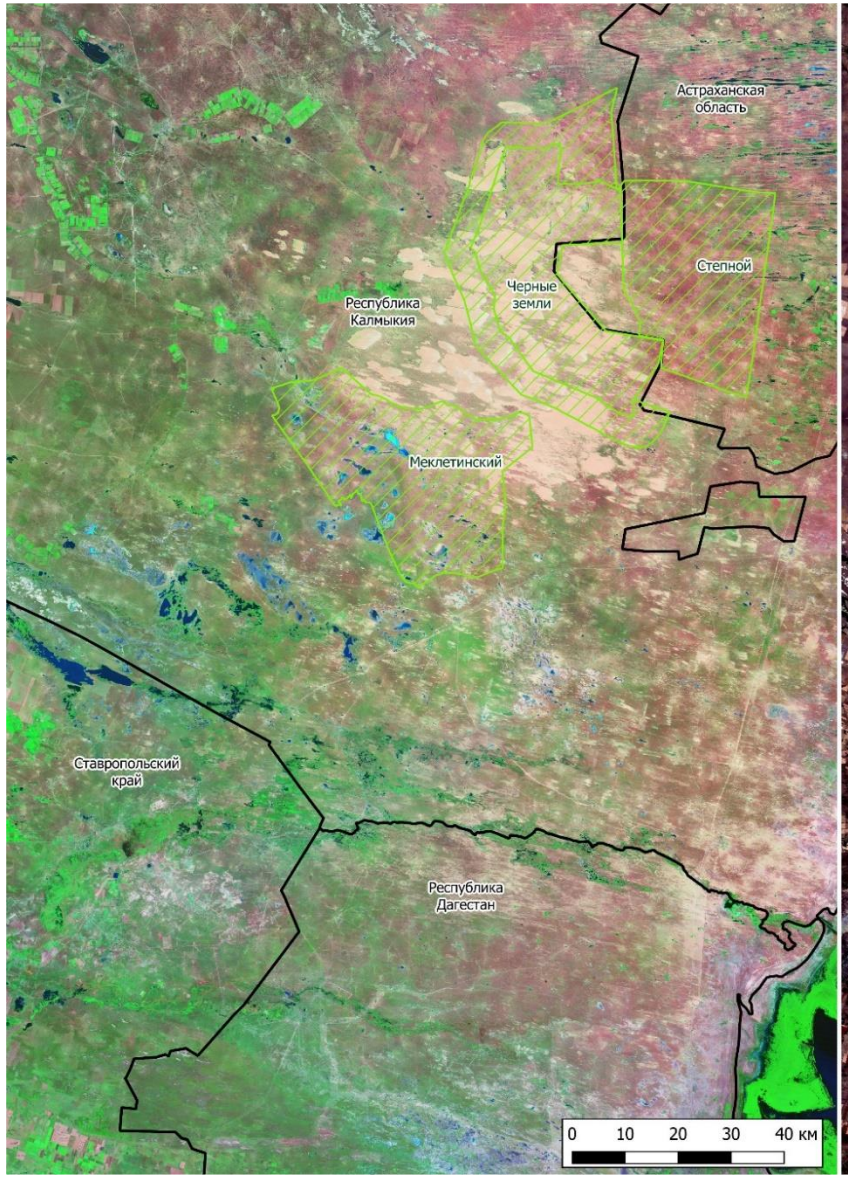




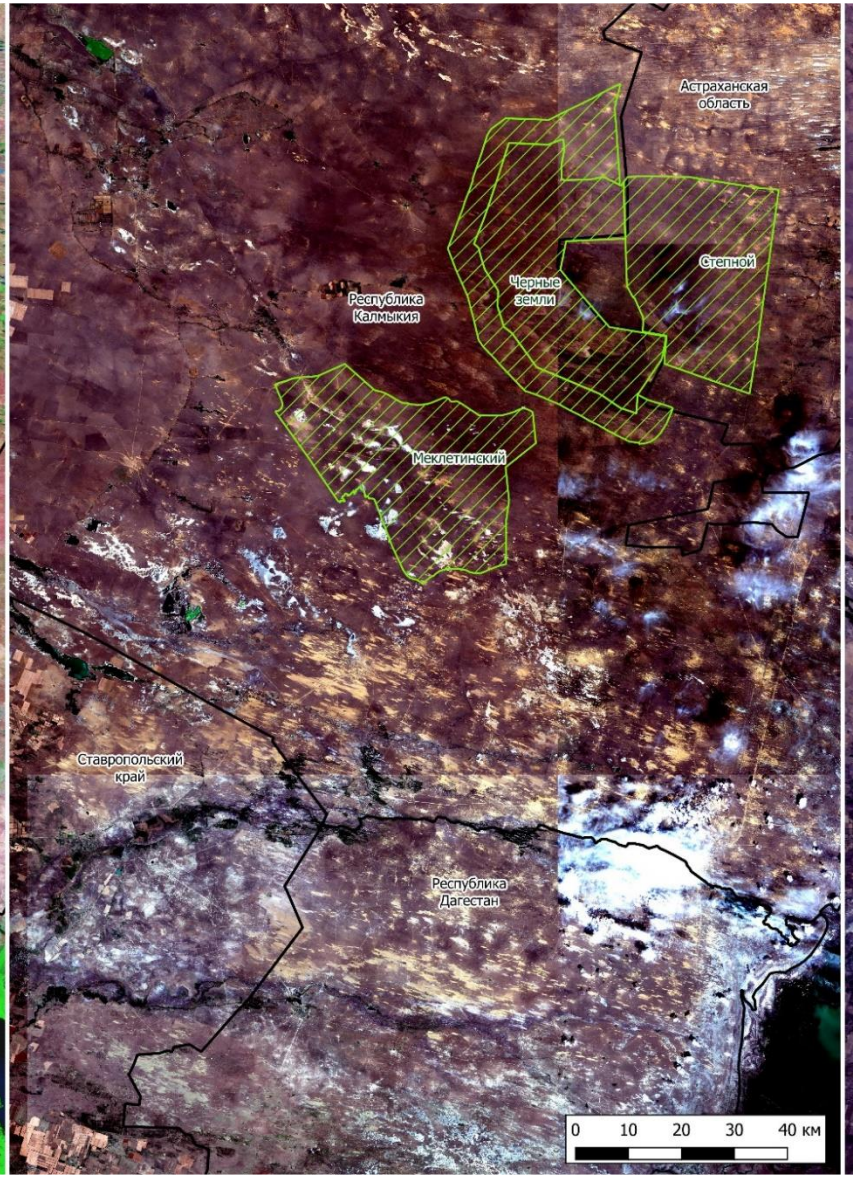
Красные стрелки - солончаки, жёлтые - пески

Шинкаренко С.С., Барталев С.А. Картографирование соровых понижений и солончаков в Северном Прикаспии на основе многолетних данных Landsat // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2023. Т. 20, № 5. С. 153-165. DOI 10.21046/2070-7401-2023-20-5-153-165.

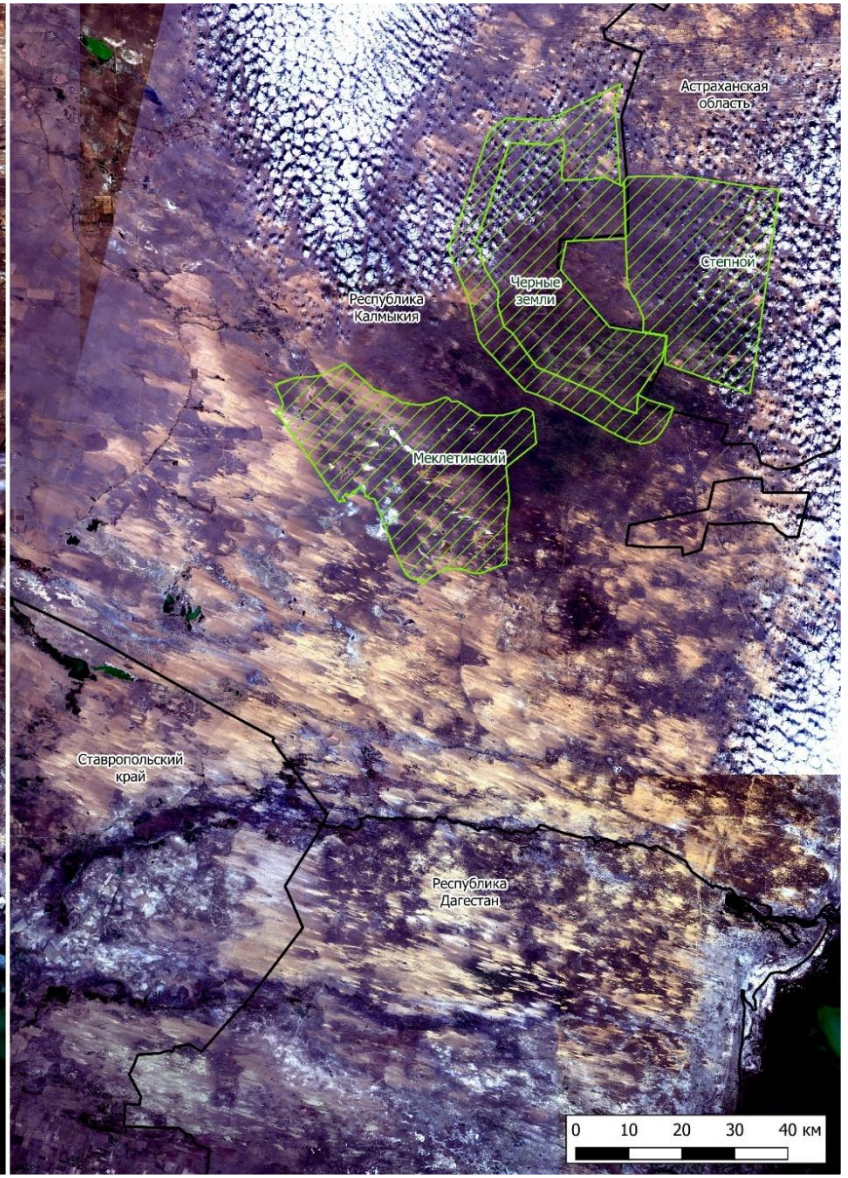
Динамика площади открытых песков



Май, 1986

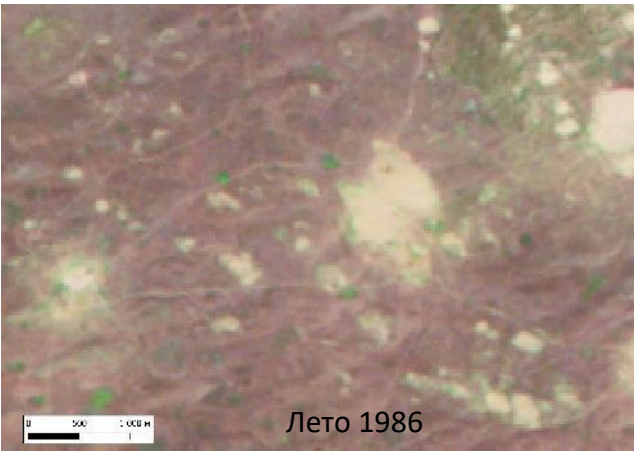


Май, 2020

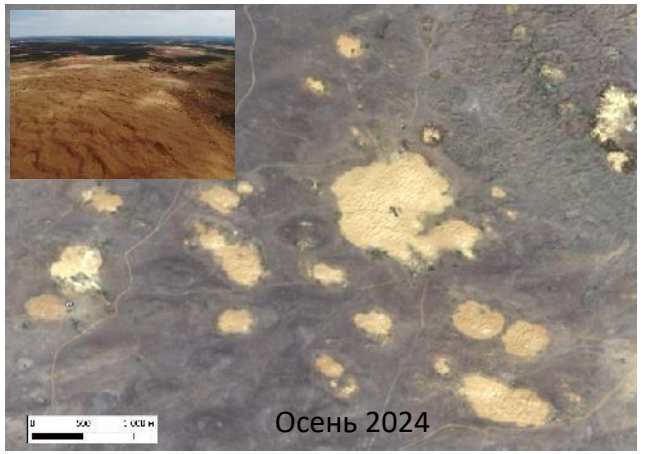


Октябрь, 2020

Многолетний мониторинг площади открытых песков

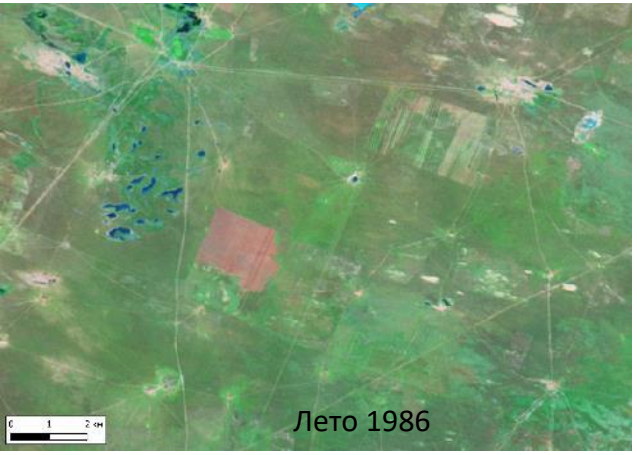


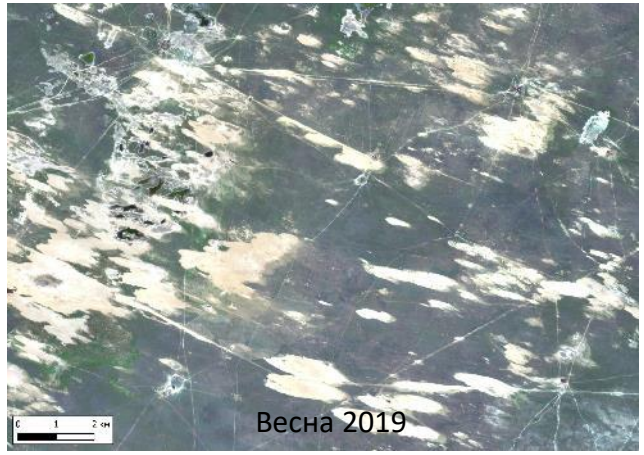




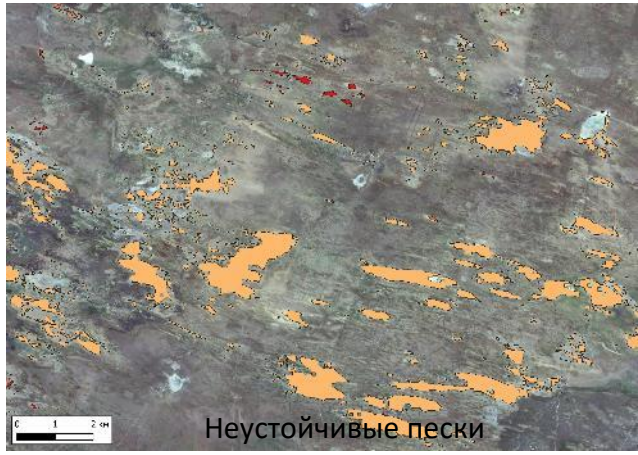


Длительно существующие массивы открытых песков – местообитания редких видов животных и растений, многие из таких песков устойчивы к воздействию ветров и почти не меняют свою площадь. Это необходимо учитывать при разработке мер по борьбе с опустыниванием, чтобы не навредить биоразнообразию.



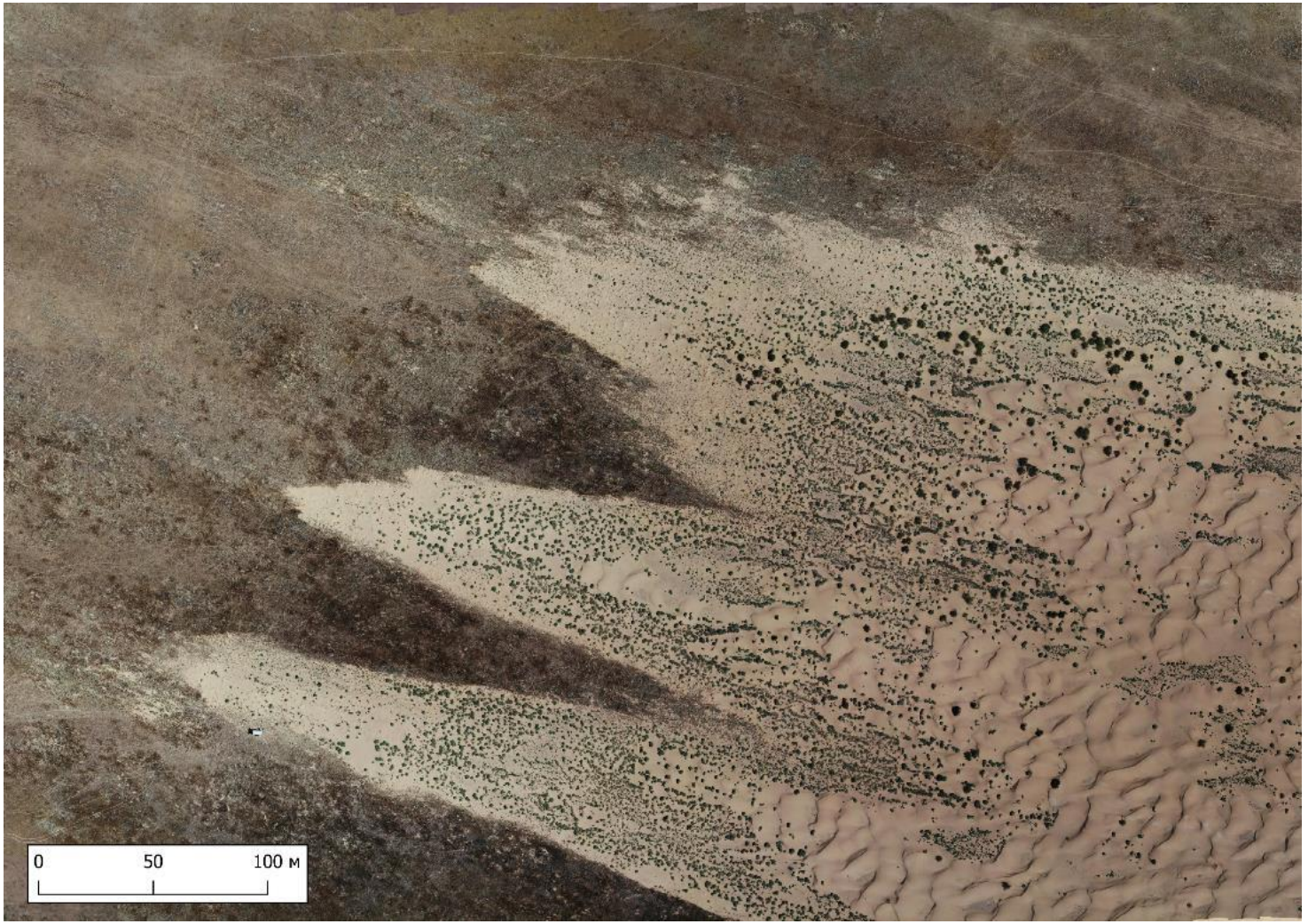






Массивы открытых песков, которые появились из-за процессов деградации пастбищ в последние десятилетия, практически не заселяются редкими видами флоры и фауны, их площадь может существенно увеличиваться под действием сильных ветров. На таких песках фитомелиорация очень важна.

Риски интенсификации дефляции









Зарастание песков однолетними растениями, а не формирование устойчивых фитоценозов, не исключает высокий риск роста площади открытых песков.

Риски интенсификации дефляции

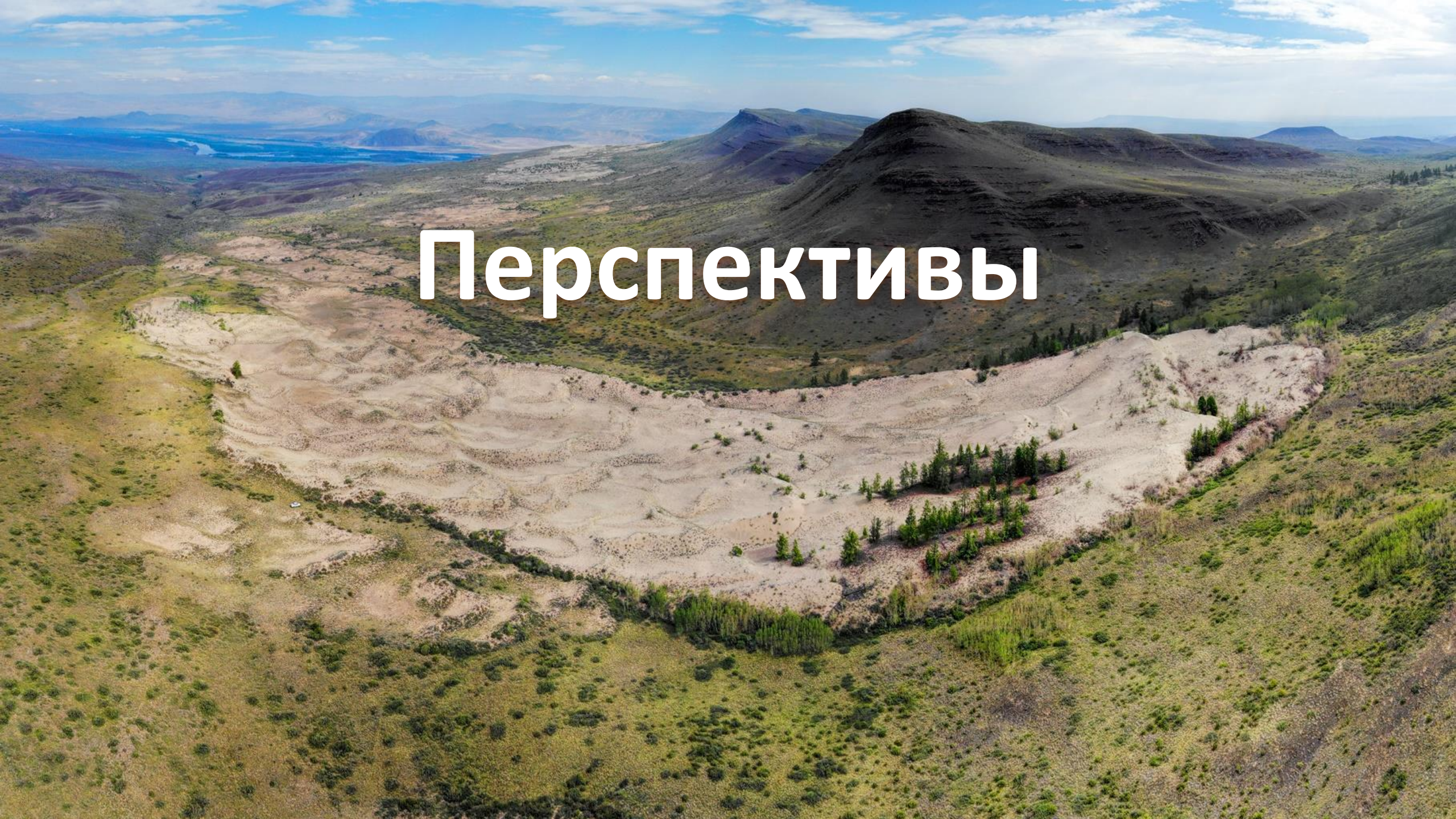








Пожары приводят к усилению дефляции



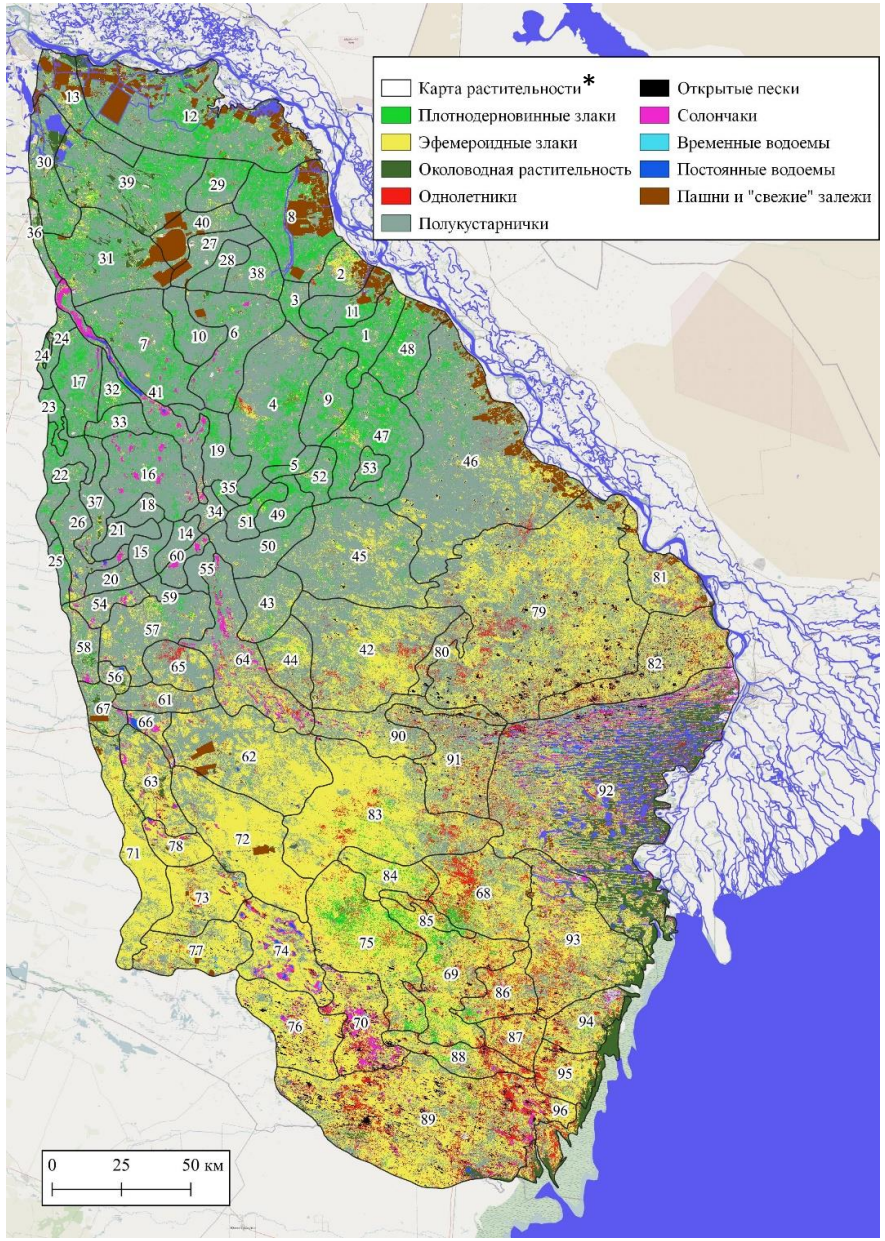
Перспективы

Широкомасштабный сбор наземных опорных данных о состоянии РП пастбищ

- В 2026 году проводился сбор наземных данных на тестовых полигонах, расположенных в 24 субъектах РФ;
- В работах задействовано 34 филиала и подразделения ФГБУ «Росагрохимслужба»;
- Сбор данных осуществлен для 627 тестовых полигонов на 3170 пробных площадях;
- Отобрано более 8200 образцов, включая около 500 кг зеленой фитомассы и 200 кг мортмассы;
- Сбор данных производился с 20 апреля по 3 сентября согласно графику на основе оперативной оценки состояния растительного покрова по данным ДЗЗ;
- Все задействованные филиалы и подразделения ФГБУ «Росагрохимслужба» прошли инструктаж;
- ИКИ РАН осуществлял методическое сопровождение и информационную поддержку процесса сбора данных.



Картографирование экологических групп степной и пустынной растительности



*Сафронова И.Н. и др. Карта современной растительности Северо-Западного Прикаспия. М 1:300 000. Санкт-Петербург: БИН РАН. 2025.

Метрики точности на контрольной выборке (OA=0,97)

Экологическая группа доминантов	Точность	Полнота	F1
Плотнодерновинные злаки	0,84	0,73	0,78
Эфемероидные злаки	0,96	0,96	0,96
Околоводная растительность	0,99	0,99	0,99
Однолетники	0,88	0,87	0,87
Полукустарнички	0,89	0,91	0,90

Метрики точности на валидационной выборке (OA=0,94)

Экологическая группа доминантов	Точность	Полнота	F1	IoU
Плотнодерновинные злаки	0,89	0,57	0,69	0,53
Эфемероидные злаки	0,96	0,96	0,96	0,92
Околоводная растительность	0,99	0,99	0,99	0,99
Однолетники	0,87	0,87	0,87	0,77
Полукустарнички	0,92	0,89	0,90	0,83











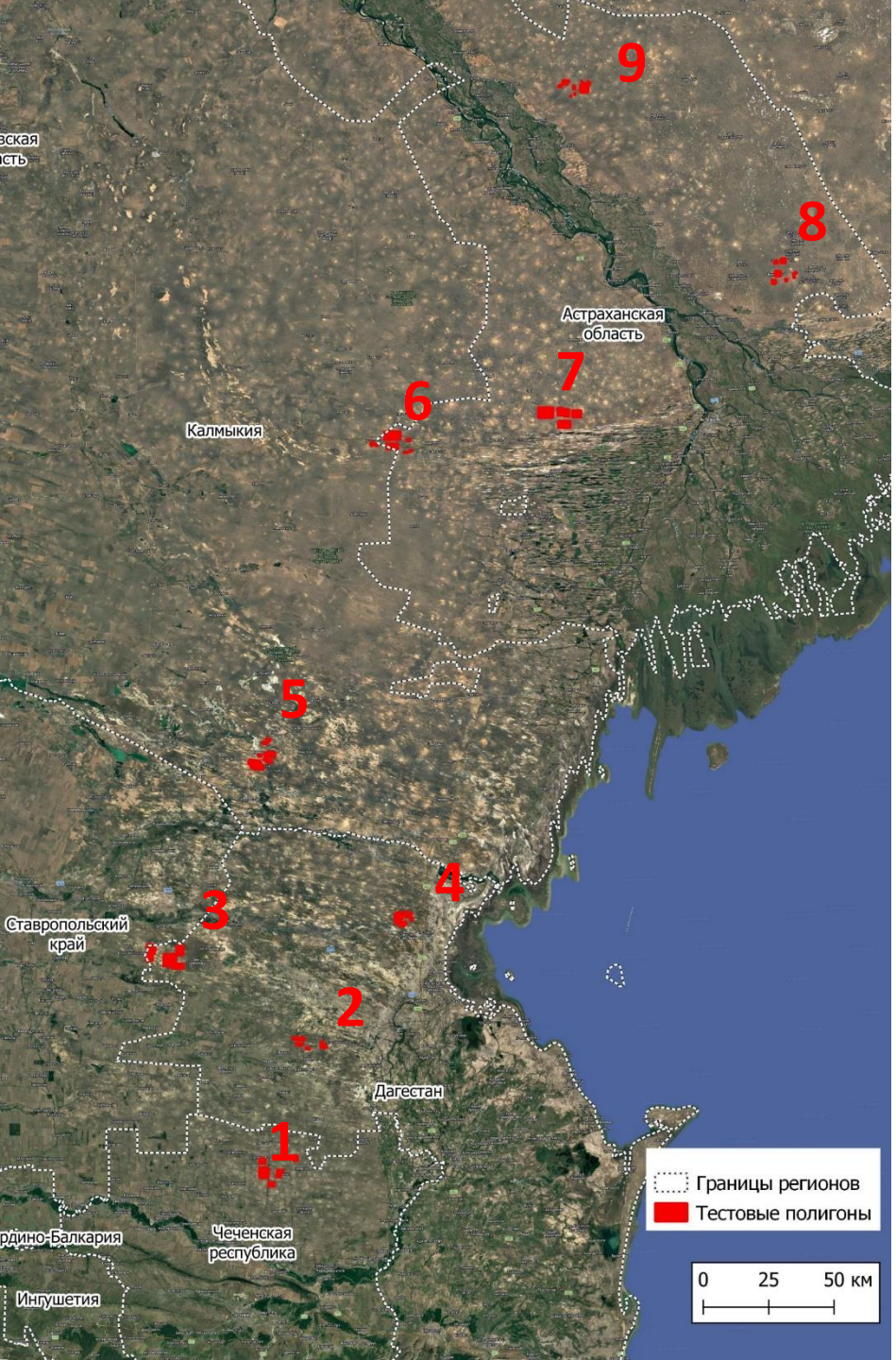
Изучение региональных особенностей спектрально-отражательных свойств песков








Песчаные массивы Прикаспия



Терско-Кумские пески:

1. Терские пески
2. Тереклинские пески
3. Бажиганские пески
4. Прикумские пески

Черные земли:

5. Комсомольский
6. Хулхута
7. Барханы

Рын-пески:

8. Аксарайск
9. Мулынкин





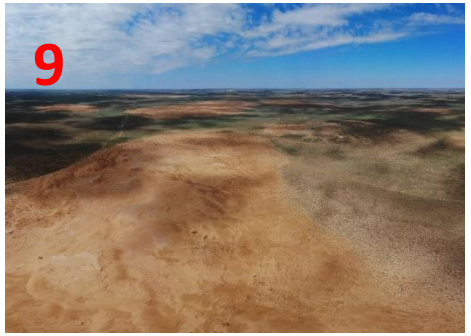








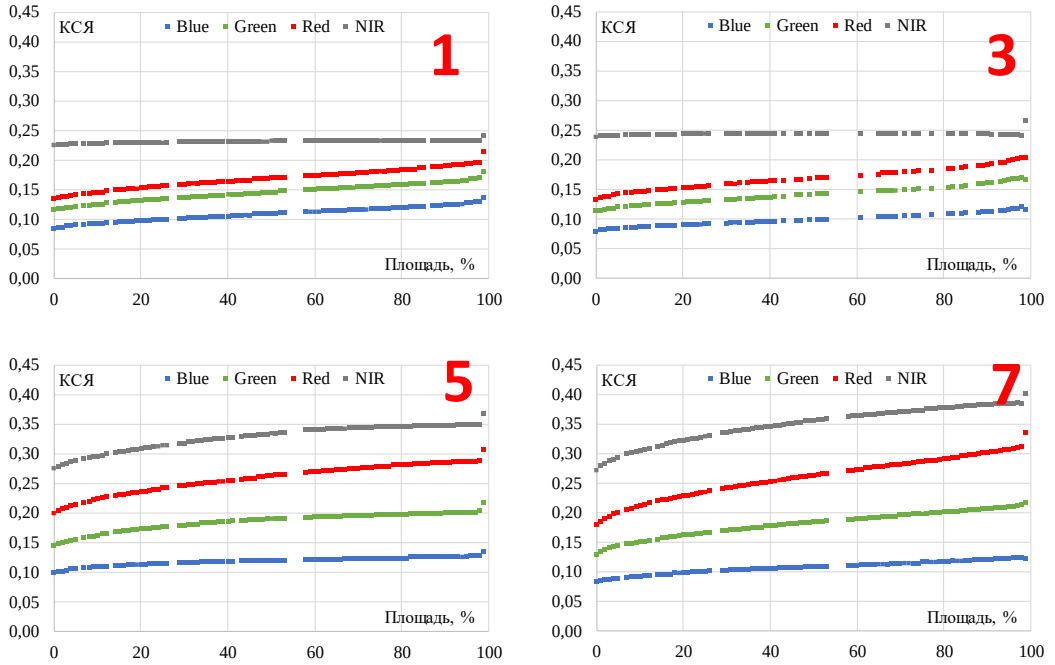




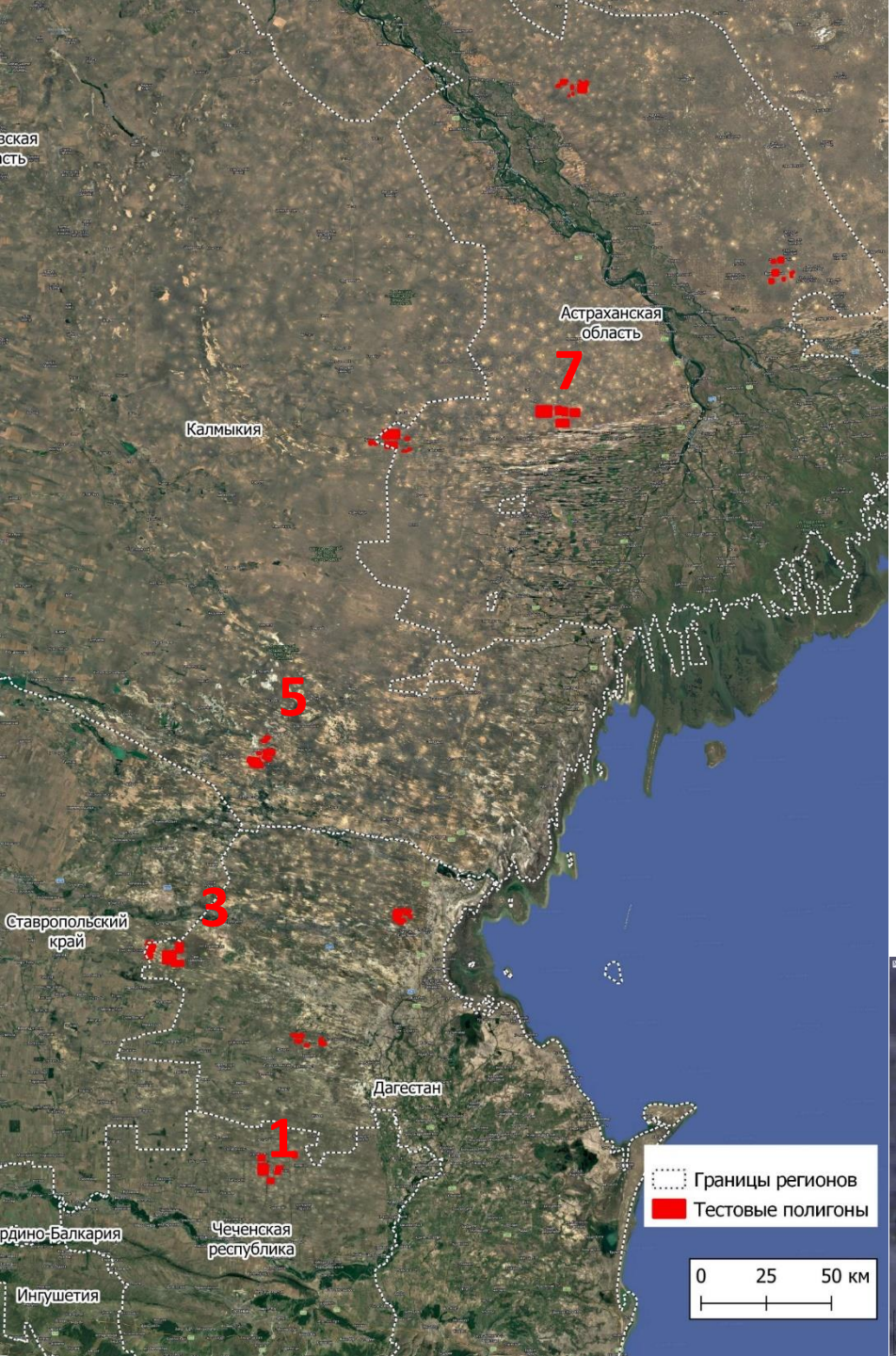
Связь КСЯ и площади открытых песков имеет региональную специфику

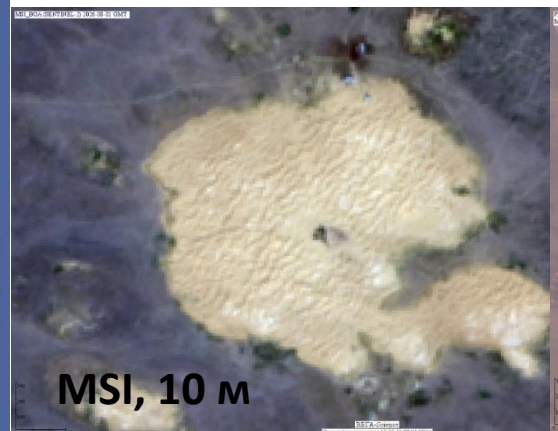
Терско-Кумские пески:
1. Терские пески
3. Бажиганские пески

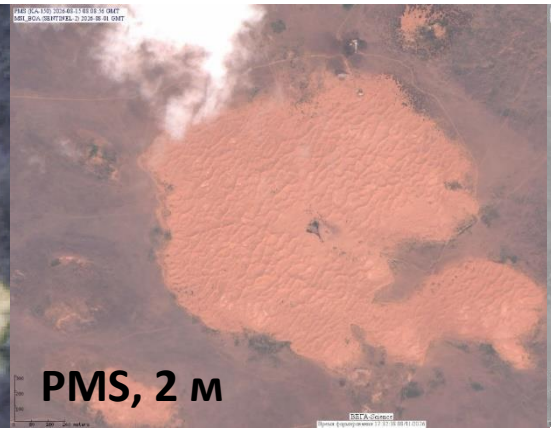
Черные земли:
5. Комсомольский
7. Барханы

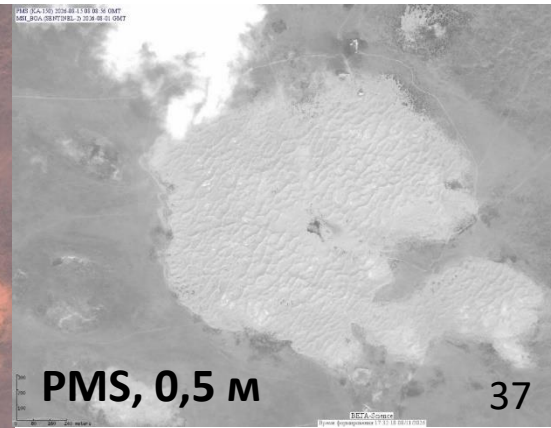


КСЯ Sentinel-2 MSI (5-й перцентиль) при разной площади открытых песков в пикселе по данным PMS (КА-150) 0,5 м





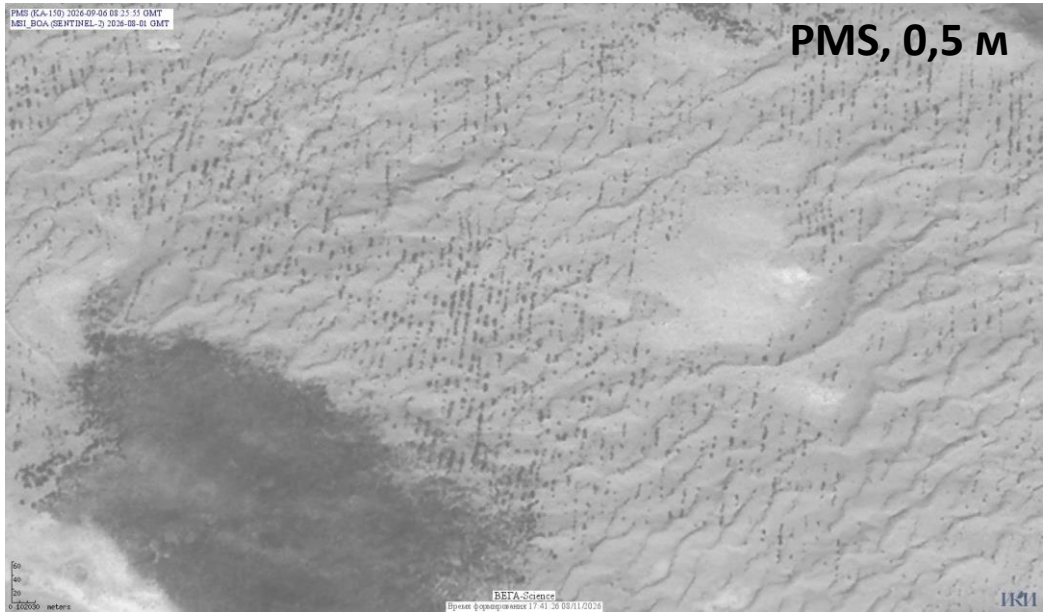


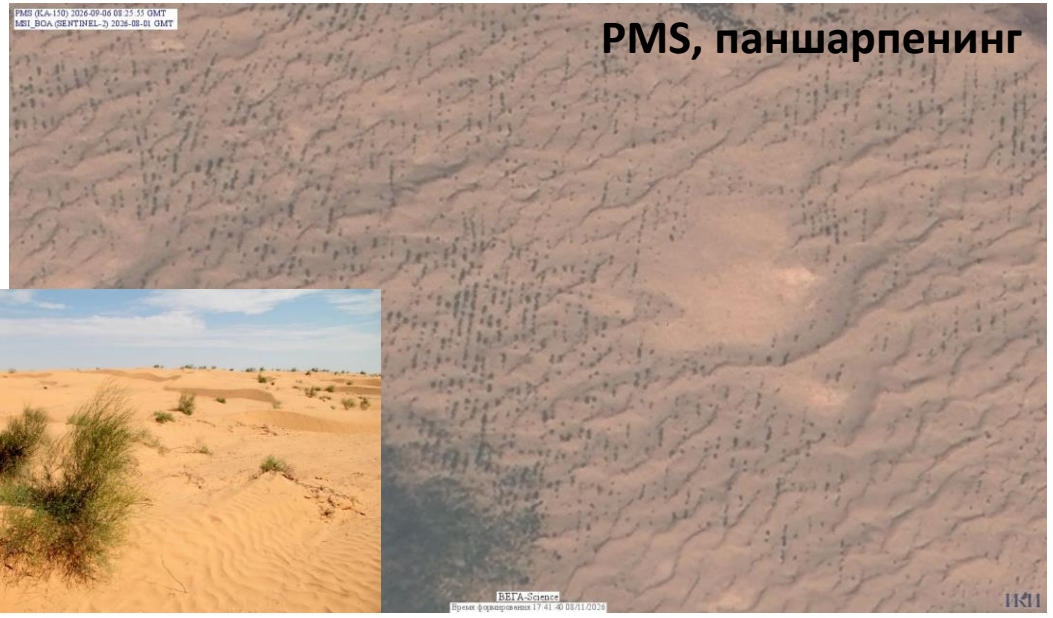


Высокодетальные данные позволяют идентифицировать фитомелиоративные мероприятия на ранних стадиях

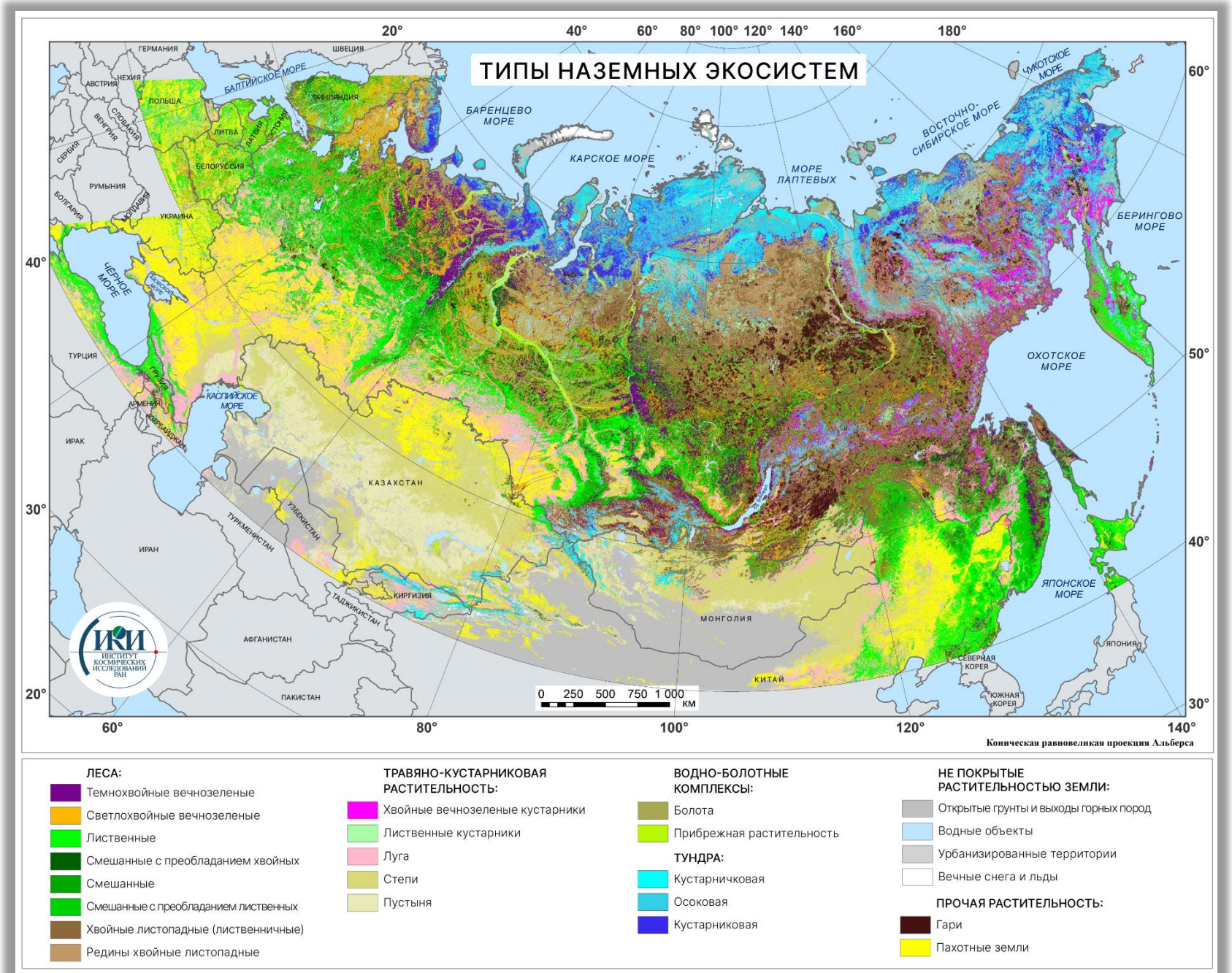




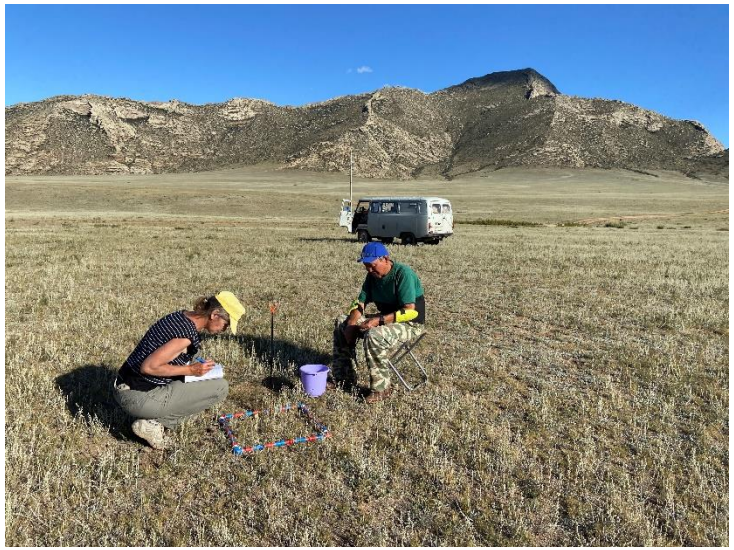




Расширение географии мониторинга степей и пустынь



Прототип карты наземных экосистем Северной Евразии в 2025 году





Сбор наземных данных в Монголии

Результаты

1. Разработан и апробирован метод ежегодной оценки степени деградации степных и пустынных пастбищ России;

2. Апробация методики сбора наземных данных и определения структурных характеристик РП пастбищ свидетельствует о перспективности применения ДЗЗ для оценки проективного покрытия;

3. Разработан метод оценки сезонной и многолетней динамики площади открытых песков;

4. Перспективными направлениями выступают картографирование преобладающего типа растительности, фитомассы, кормовой ёмкости и уточнение калибровочных функций с учётом региональной специфики, а также расширение географии.

СПАСИБО

