

Результаты мониторинга верхней границы леса в Дилижанском национальном парке (Республика Армения) по данным дистанционного зондирования

*Курамагомедов Башир Магомедович, Медведев Андрей Александрович,
Петрова Ирина Федоровна*

Национальный исследовательский университет, Высшая школа экономики

Институт географии РАН

Центр Экологого-ноосферных исследований НАН Республика Армения

Актуальность работы

- Граница леса – переходный зона между лесом и другими природными сообществами.
- Отражает:
 - *Климатические тенденции*
 - *Антропогенное воздействие*
- Дистанционное зондирование — единственный способ достоверного долгосрочного мониторинга.



Цель и задачи исследования

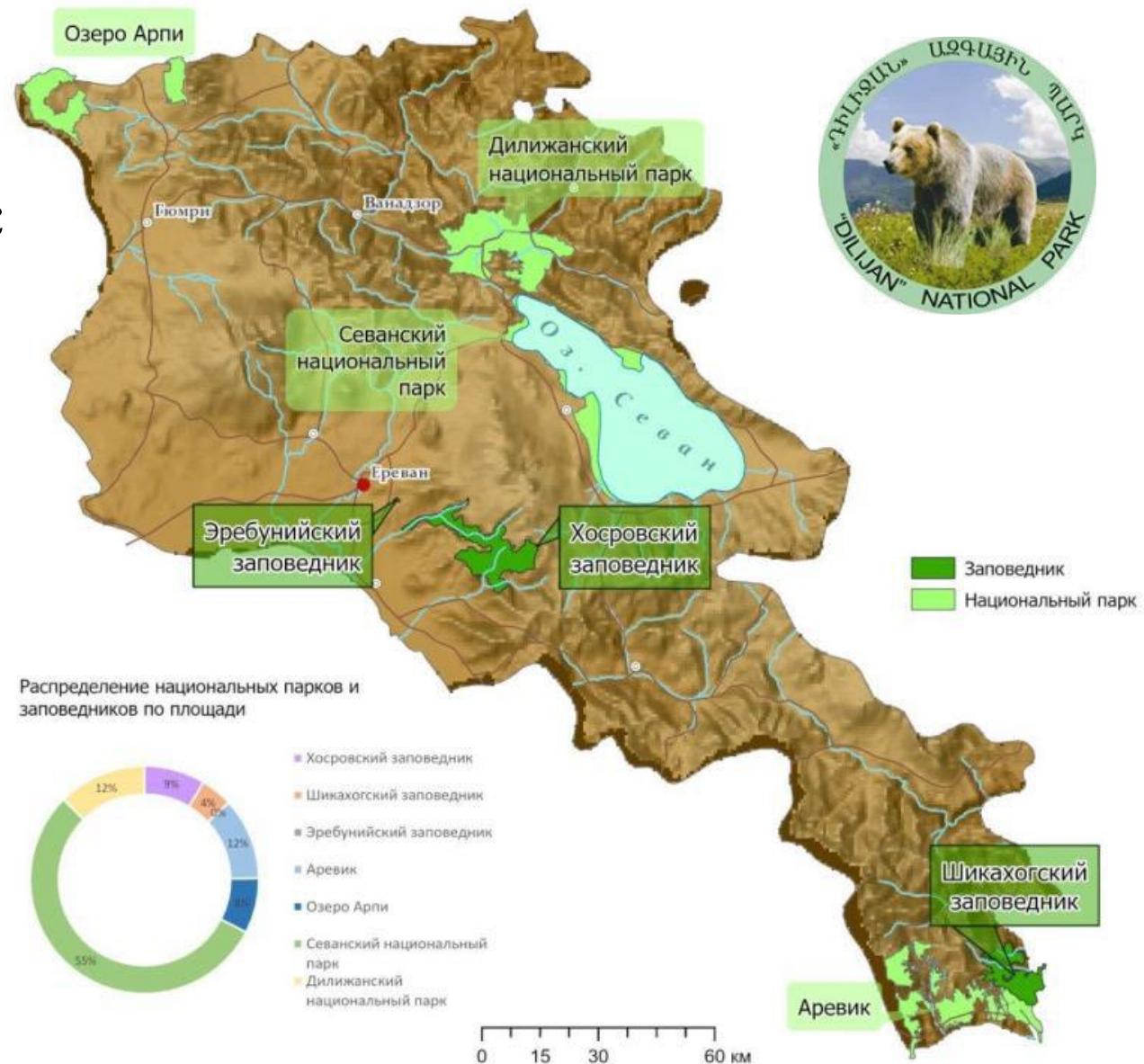
- Цель: выявить изменения верхней границы леса в Дилижанском НП с 1898 по 2024 гг.
- Задачи:
 - Реконструировать историческую границу (по топографическим картам и архивным снимкам CORONA)
 - Определить современное положение границы (по актуальным снимкам Planet , аэрофотосъёмка с БПЛА и полевые исследования)
 - Сравнить изменения и оценить тенденции.

Территория исследования

- Дилижанский национальный парк
- Основан в 1958 г.
- Площадь: 24 000 га
- Основные породы: дуб, бук, сосна, берёза, тис
- *Горный рельеф → затрудняет наземные наблюдения*

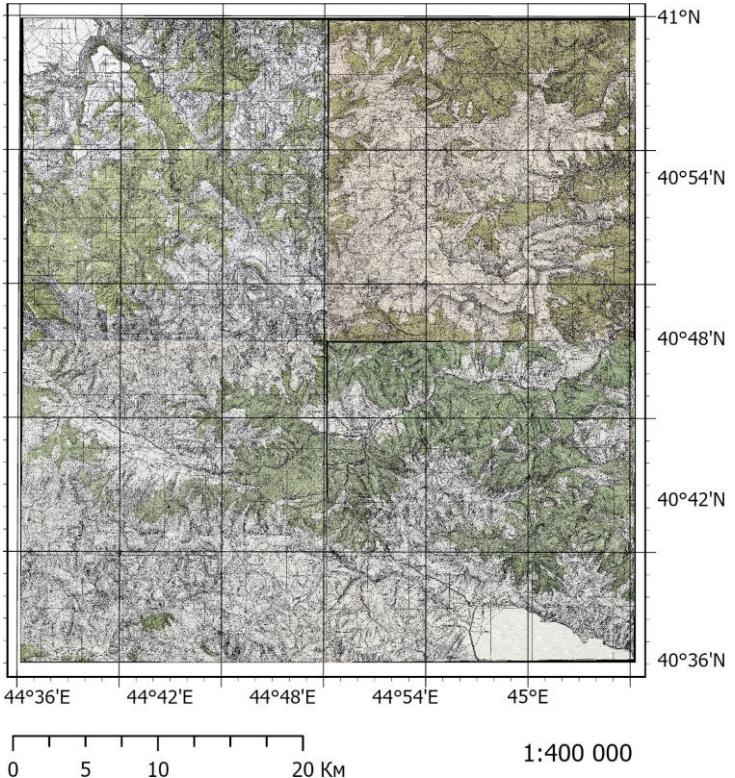
Верхняя граница леса проходит в среднем на высоте 2100 м.

Её динамика обусловлена комплексным воздействием различных факторов, как природных, так и антропогенных.



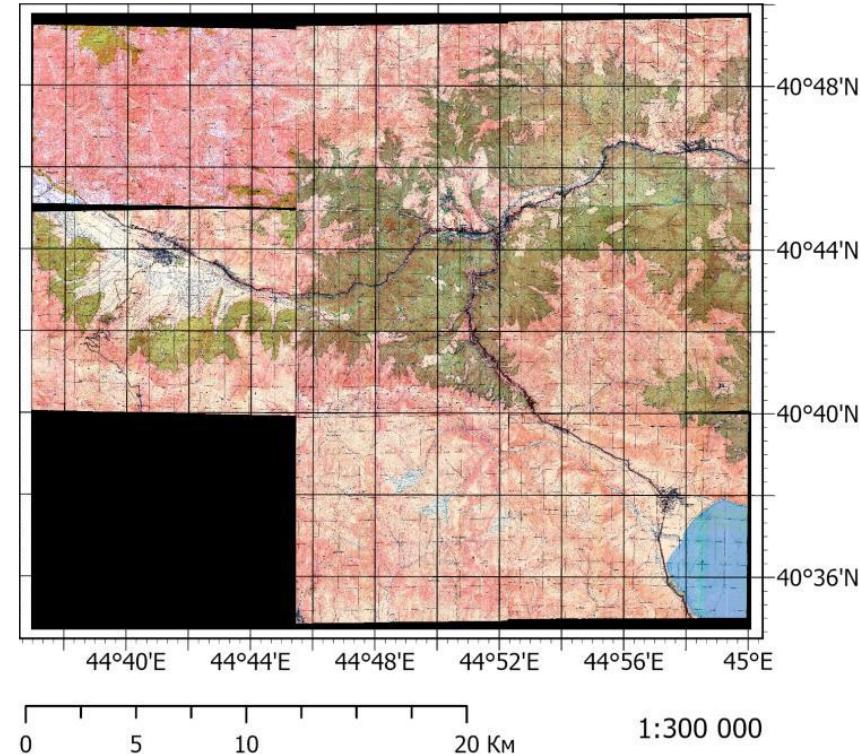
Источники данных дистанционного зондирования

Топографические карты



Масштаб оригинальной карты: 1:42 000

топографические карты за 1898 г.



Масштаб оригинальной карты: 1:25 000

топографические карты 1942-43 г.

Источники данных дистанционного зондирования

Архивные спутниковые снимки (CORONA)

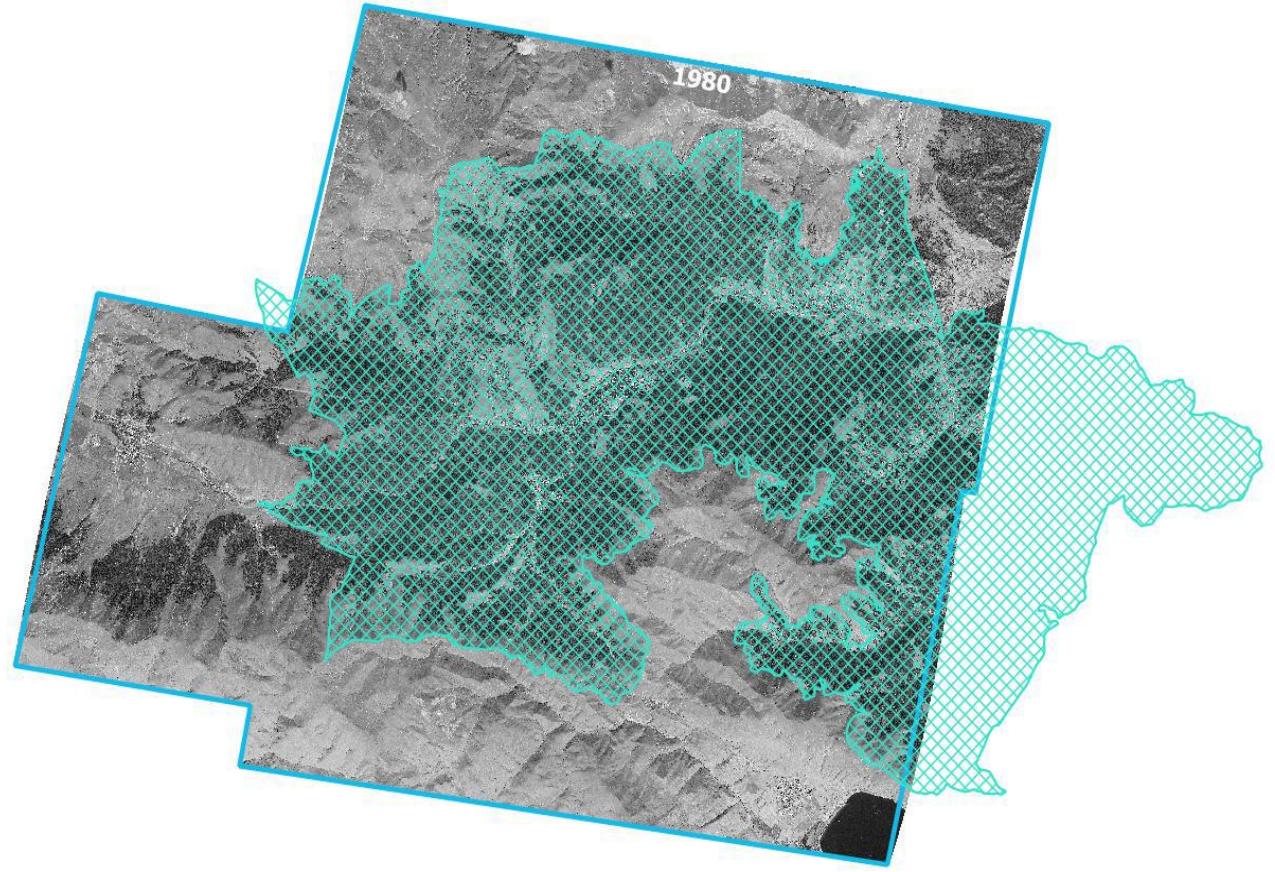
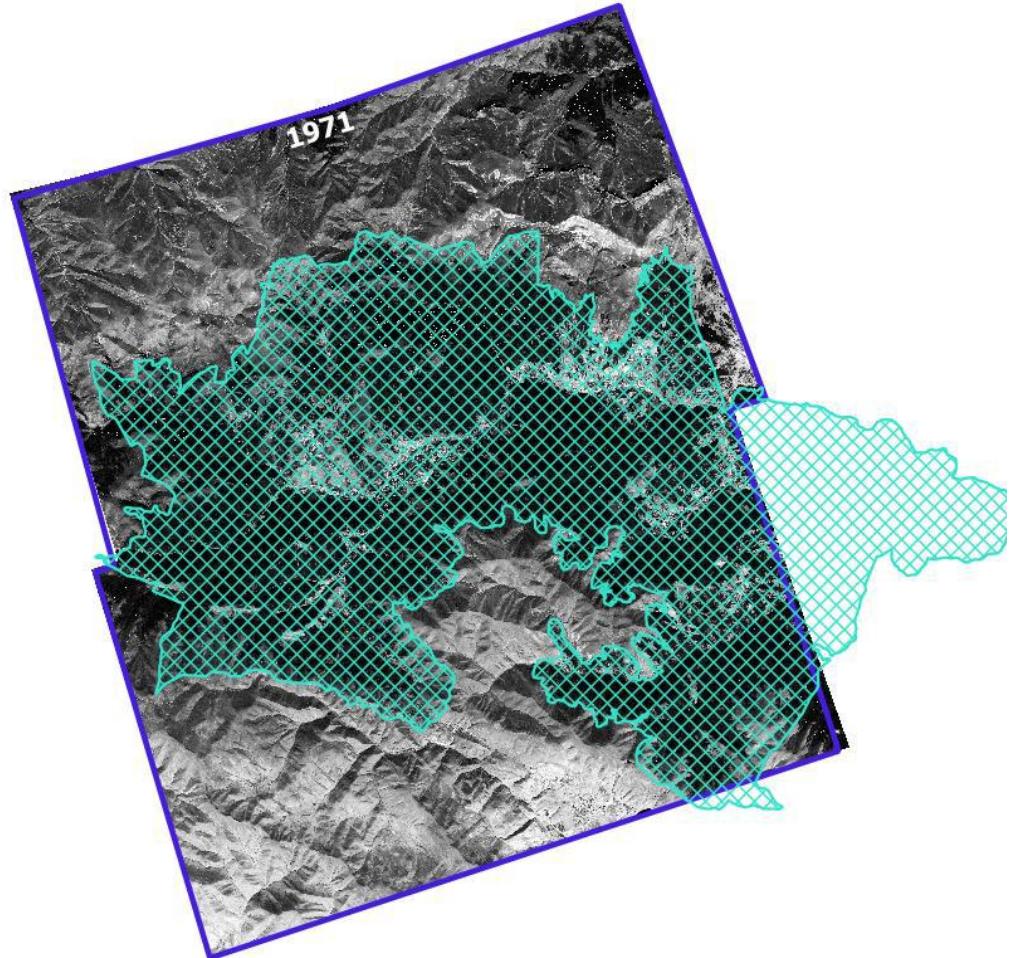
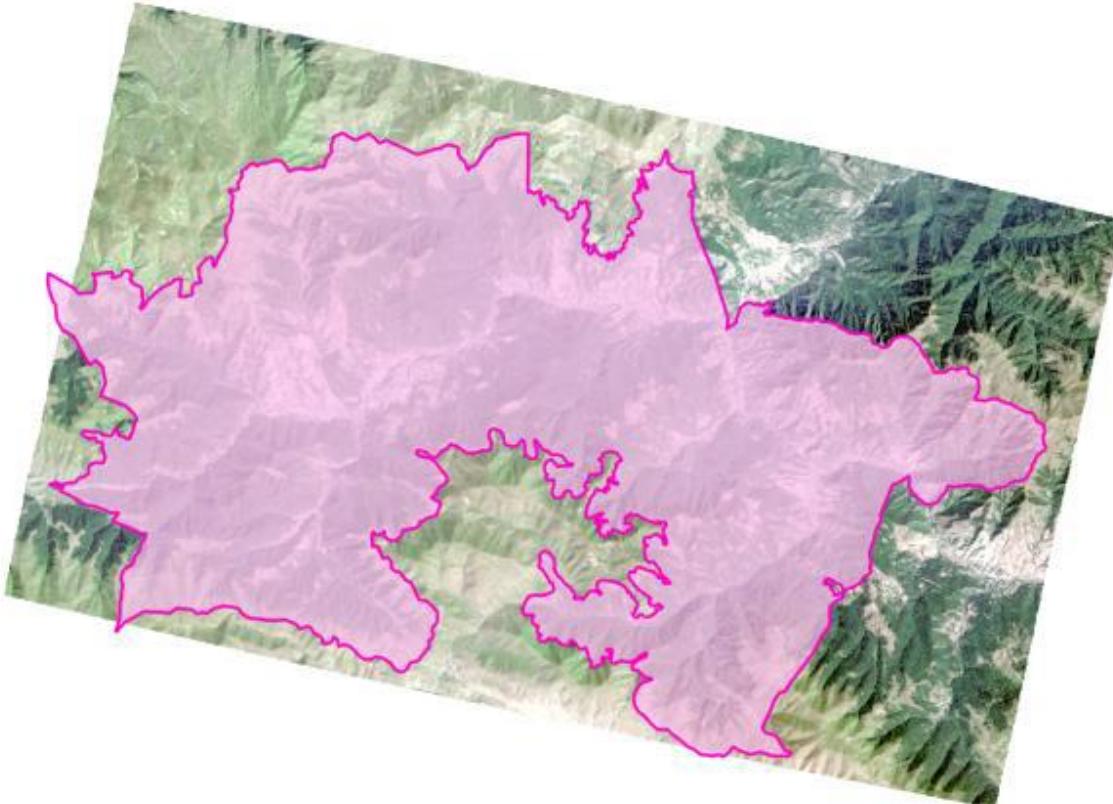


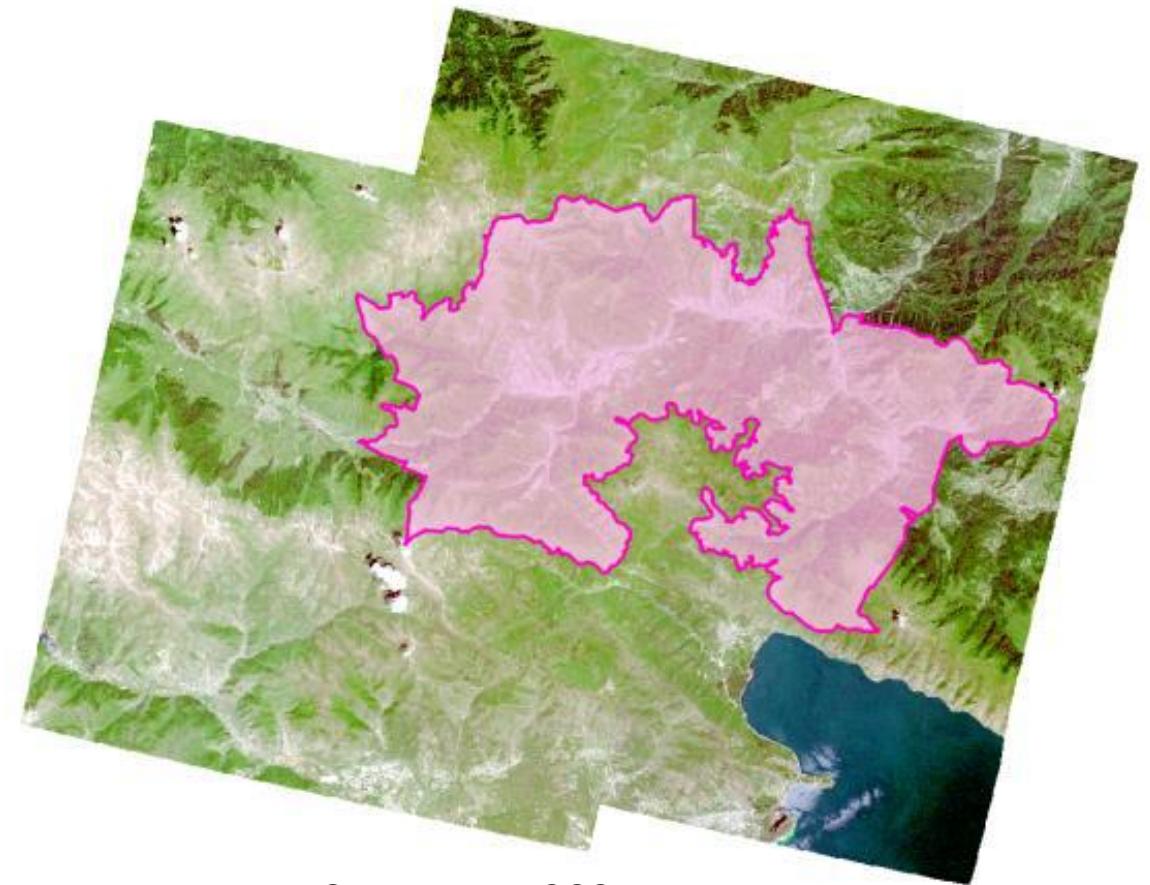
Схема покрытия НП снимками (пространственное разрешение снимков 2 м)

Источники данных дистанционного зондирования

Современные спутниковые снимки (PlanetScope)



Снимки за 2022 г.



Снимки за 2024 г.

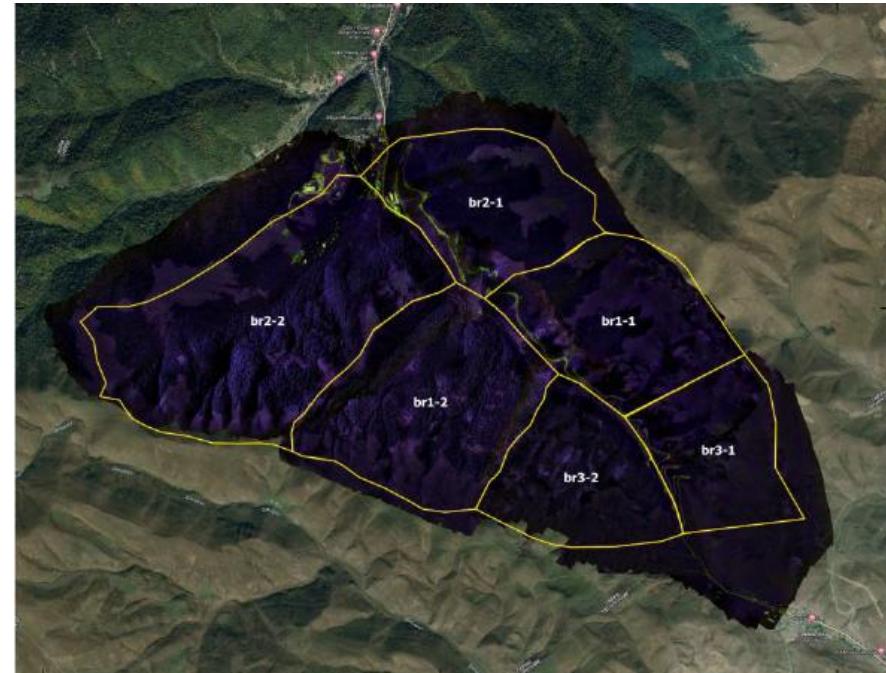
Источники данных дистанционного зондирования

Аэрофотоснимки с беспилотных летательных аппаратов

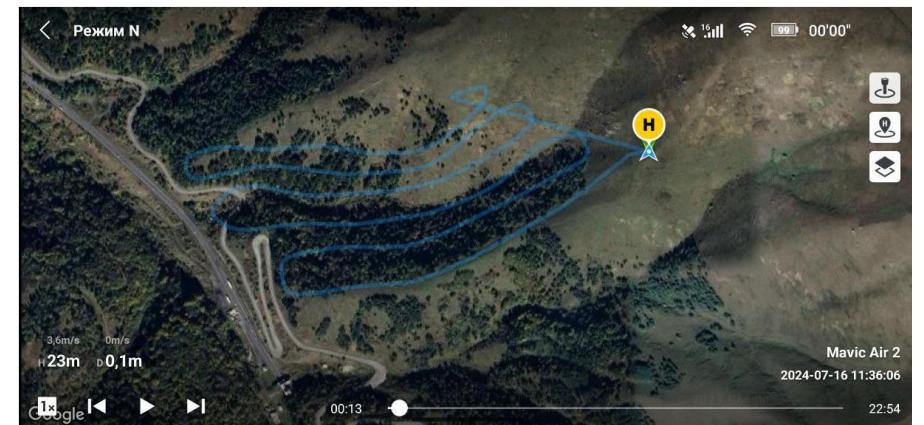


Оптическая аэрофотосъемка

Пример территории аэрофотосъемки (июнь 2024 г.)



Мультспектральная аэрофотосъемка

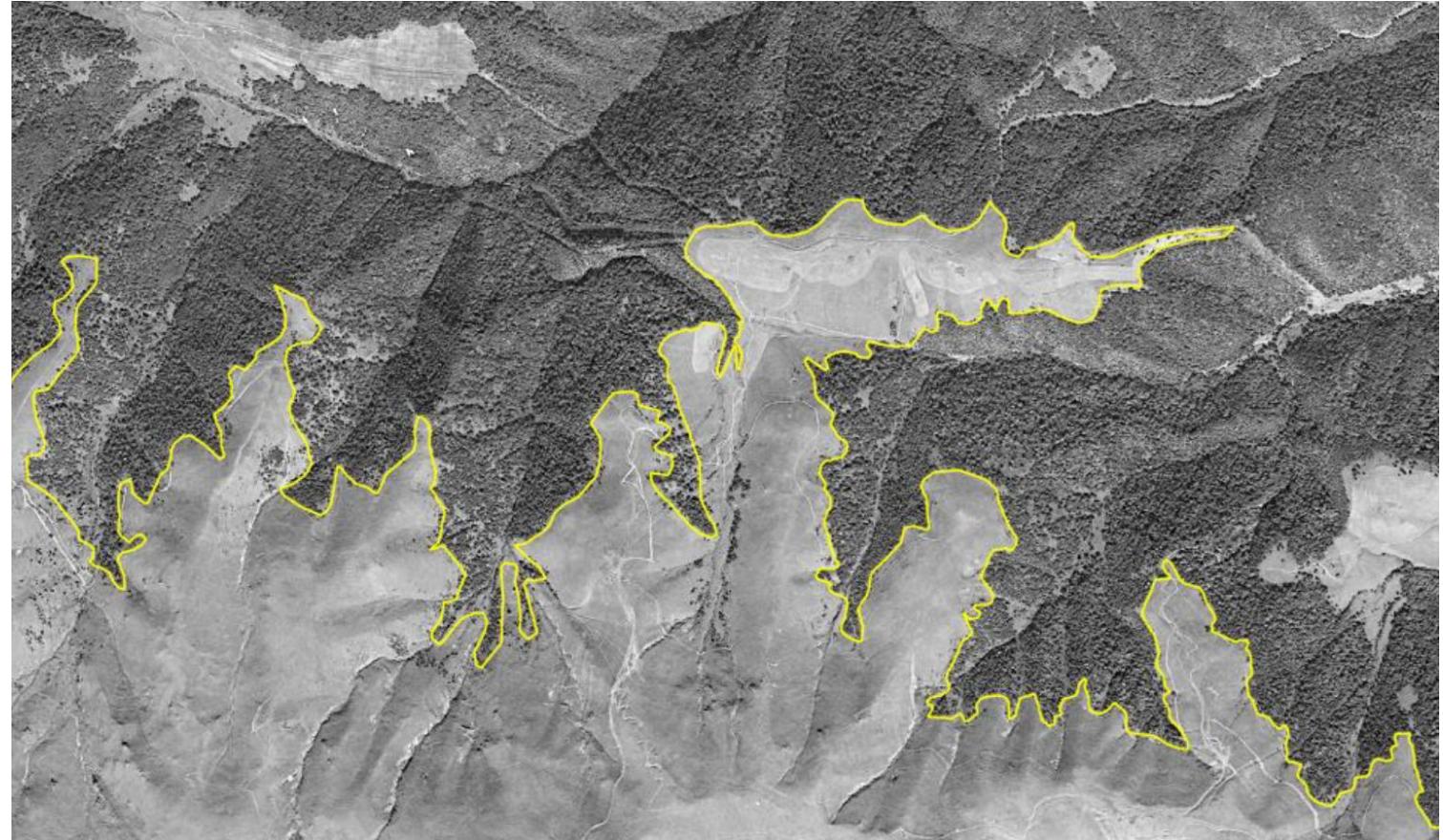


Методы обработки и анализа

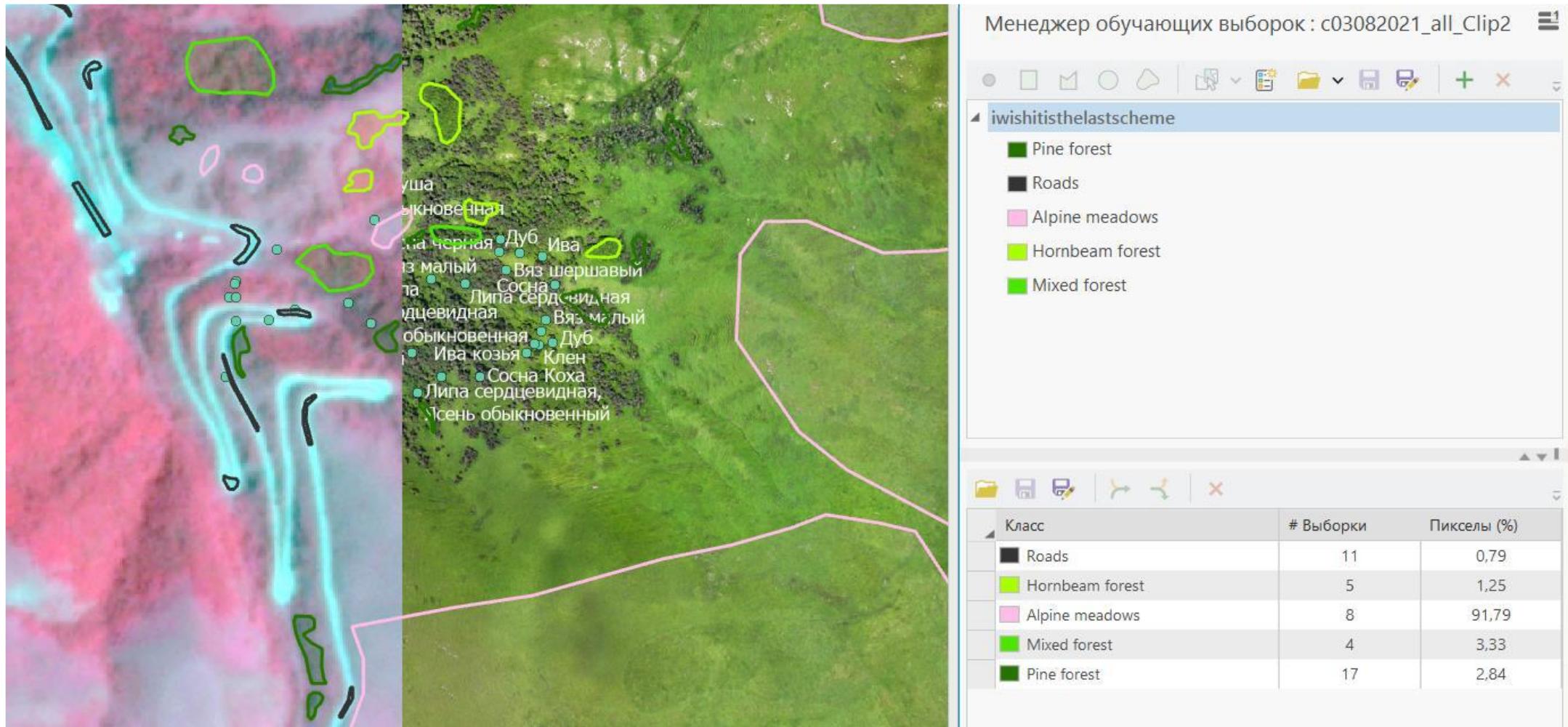


Верхняя граница леса по снимкам CORONA

- Схема дешифрирования на момент съёмки
- Учёт рельефа и породного состава
- Точность: ограничена разрешением искажениями



Компьютерное дешифрирование



Обучающие выборки на основе данных полевых описаний для классификации по снимкам PlanetScope, с уточнением по ортофотоплану

Составлено на основе
топографической карты 1898 года

1:150000

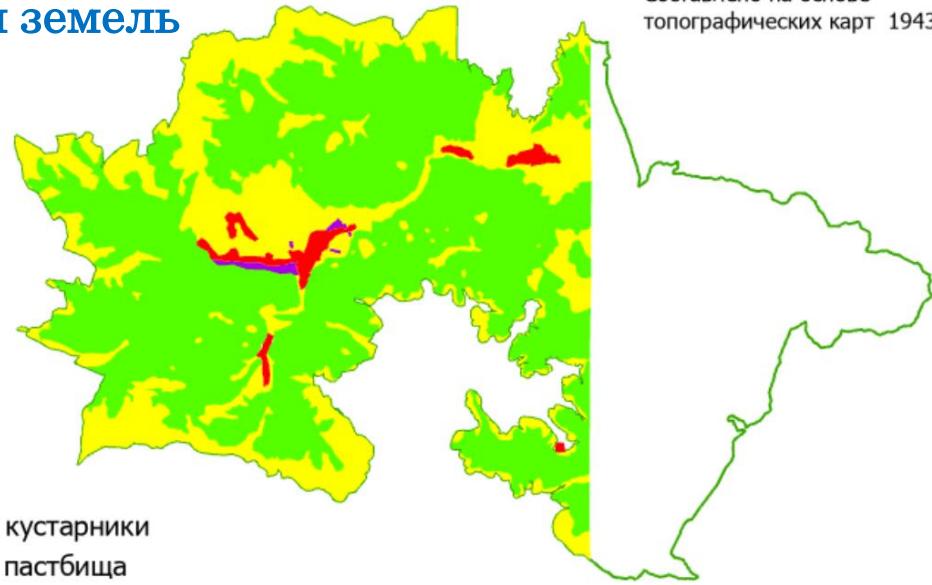


Тип использования
Леса и кустарники
Луга и пастбища
Населенные пункты

Прочее
Дороги

Структура использования земель

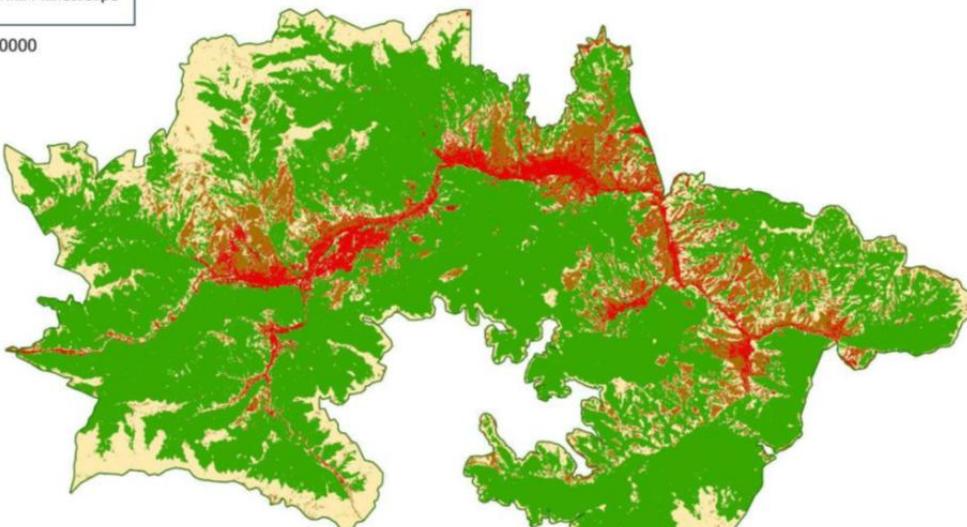
Составлено на основе
топографических карт 1943 года



Леса и кустарники
Луга и пастбища
Обрабатываемые земли
Населённые пункты

0 2 4 8 Километры

Составлено на основе
снимка с орбита 1980 года



Тип использования
Населённые пункты
Леса и кустарники
Луга и пастбища

Тип использования
Населённые пункты
Леса и кустарники
Луга и пастбища

0 2 4 8 Километры

0 2 4 8 Километры

космического снимка PlanetScope
02.09.2021

1:150000

Примеры участков полевого обследования (июль 2024 г.)



Кленово-грабовый лес



Грабовый лес

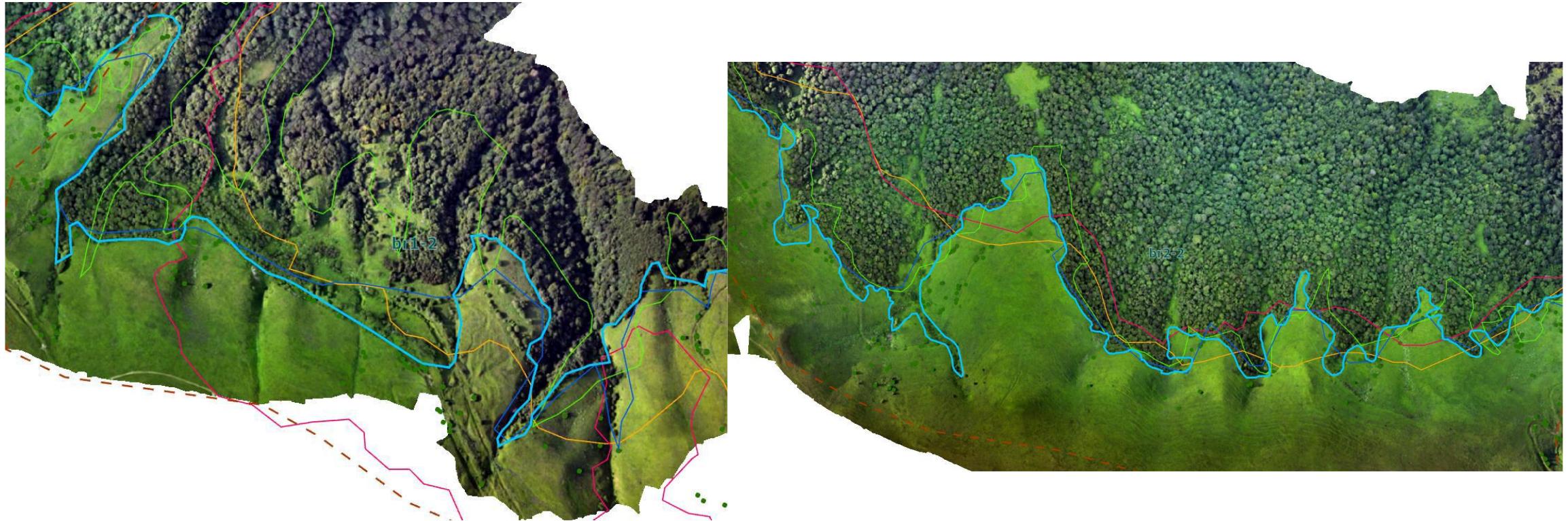


Вязово-грабовый лес



Верхняя граница леса (пример)

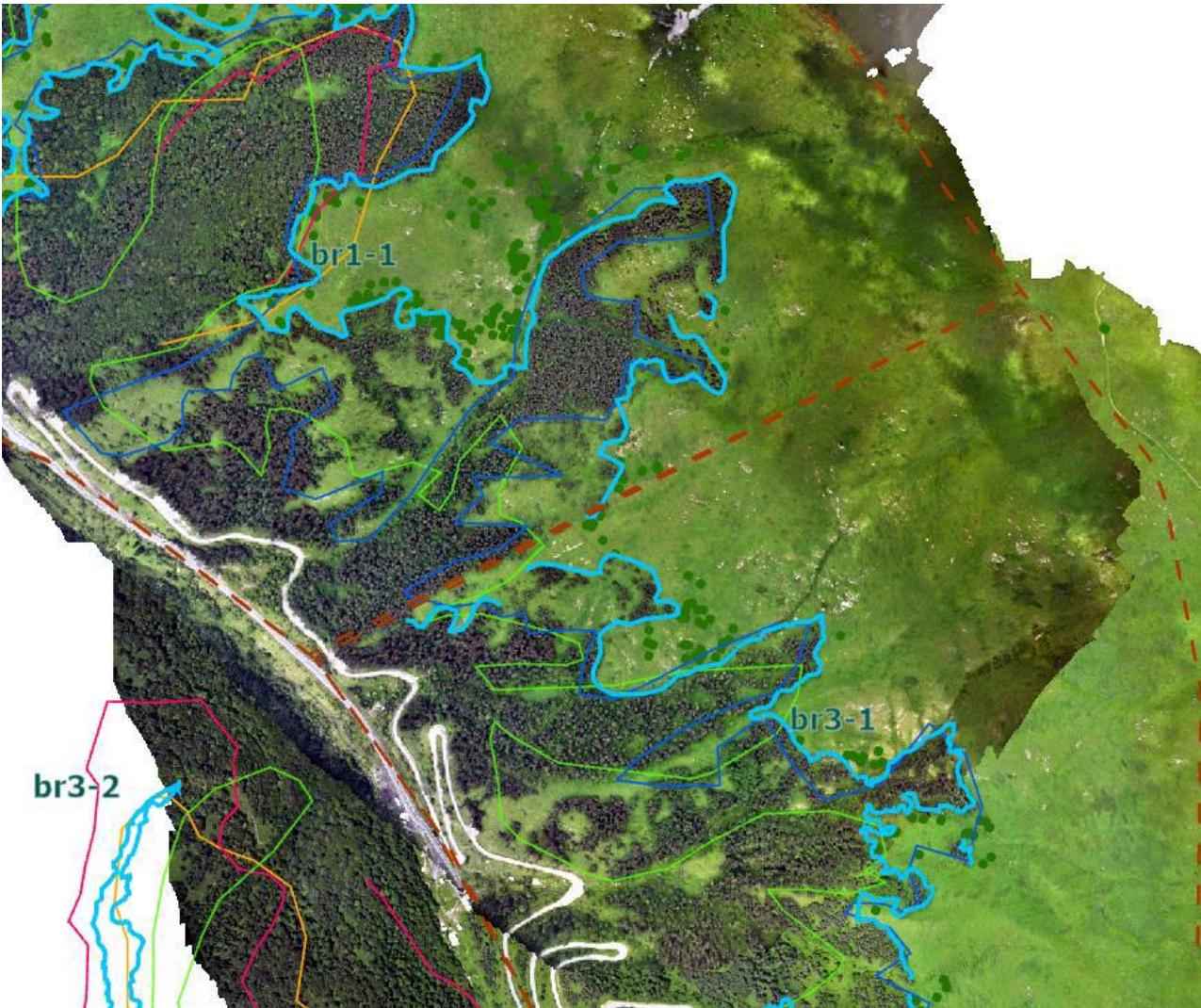
Дешифрирование современного положения границы по данным аэрофотосъемки с БПЛА (ключевые участки)



Изменение верхней границы леса на участках br 1-2 и br 2-2, прилегающих к дороге и скотопрогонным тропам, голубой контур — современная граница (источник: ортофотопланы, подготовленные по итогам съемки рабочих участков с использованием БПЛА), красный и оранжевый контуры — 1898 и 1943 гг. соответственно (источник: топографические карты), зеленый — граница 1980 г. (источник: снимки Corona и Keyhole), синий — 2021 г. (источник: снимок Planetscope от 03.08.2021).

Дешифрирование границы по данным (ключевые участки)

современного аэрофотосъемки с БПЛА положения

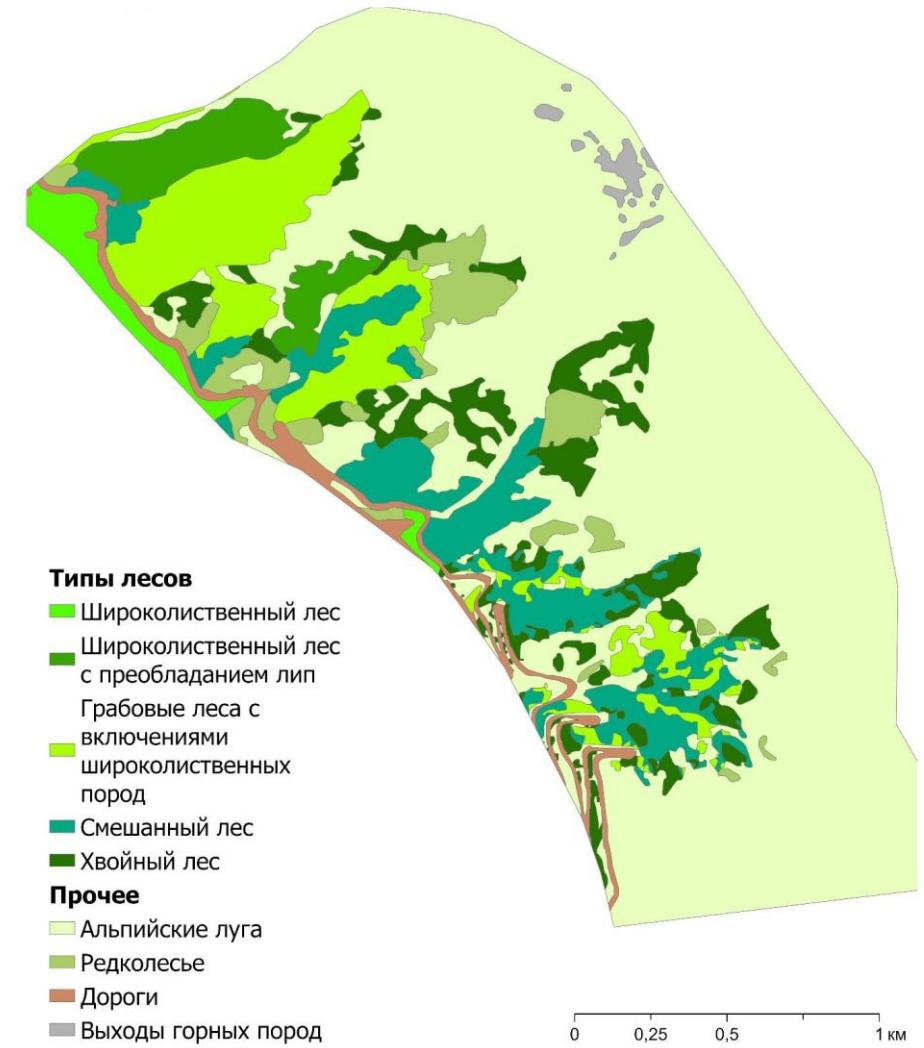
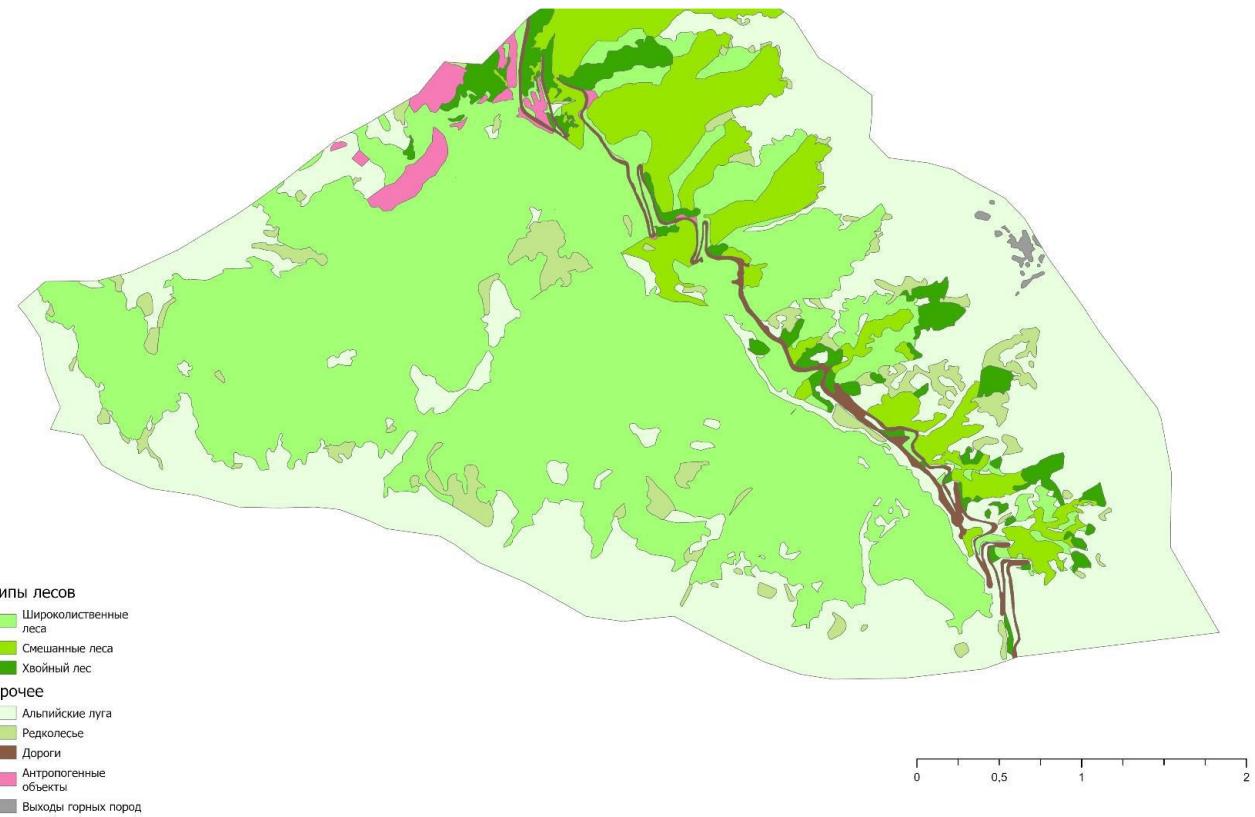


Изменение верхней границы леса на участках br 3-2 и br 1-1, процесс восстановления леса и продвижение верхней границы вверх по склону вследствие предпринятых лесовосстановительных мер, насаждениям сосны, а также локальные изменения ВГЛ, связанные с воздействием горных ветров и снега, голубой контур — современная граница (источник: ортофотопланы, подготовленные по итогам съемки рабочих участков с использованием БПЛА), красный и оранжевый контуры — 1898 и 1943 гг. соответственно (источник: топографические карты), зеленый — граница 1980 г. (источник: снимки Corona и Keyhole), синий — 2021 г. (источник: снимок Planetscope от 03.08.2021).

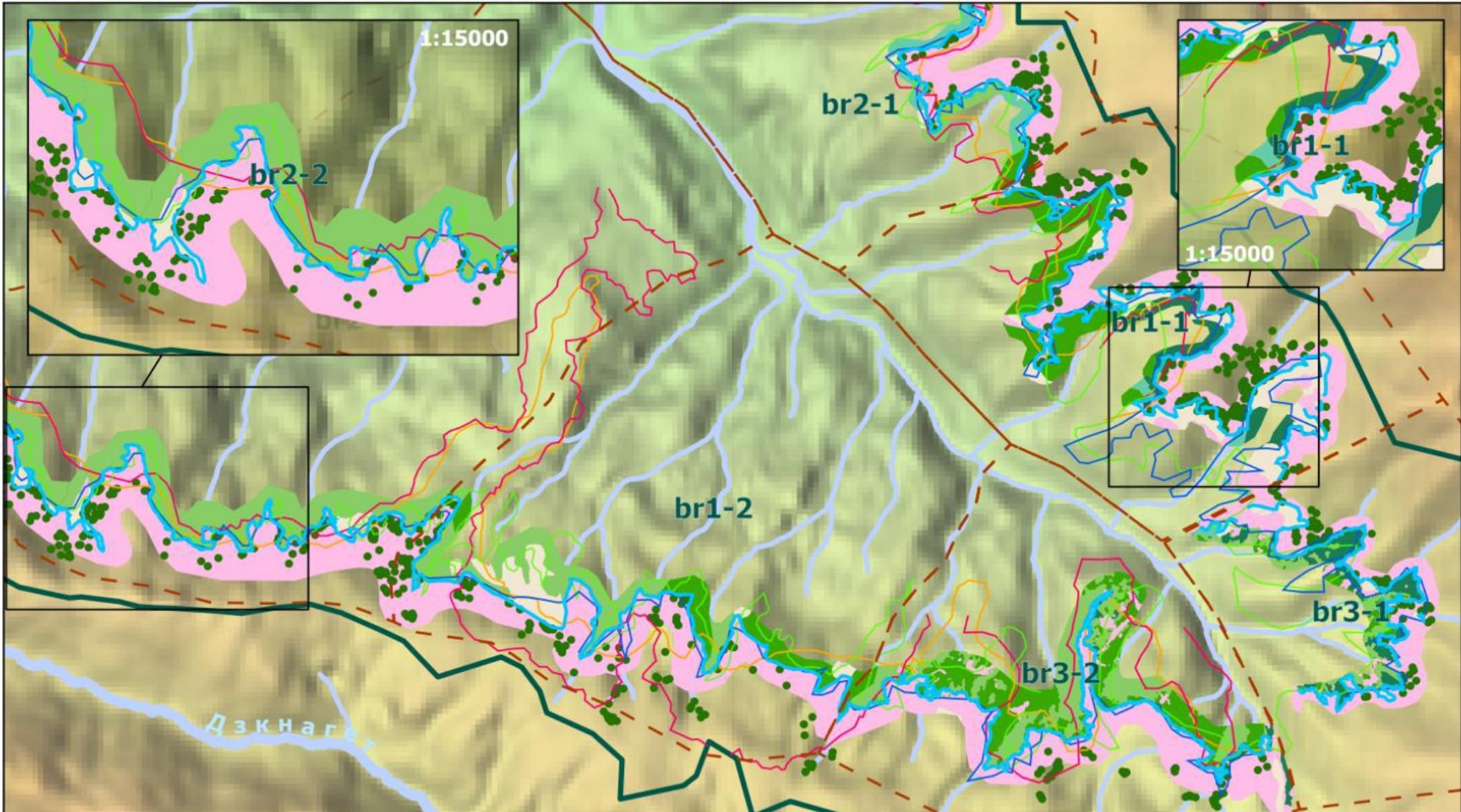
Пример каталога дешифровочных объектов

№	Название (семейство)	Фото	Условия нахождения образца	Дешифровочный эталон на ортоплане
1	Клен белый (Сапиндовые)	 	Северная экспозиция; Влажные условия; на опушке леса у ложбины	
2	Дуб скальный (Буковые)	 	Западная экспозиция; на опушке леса	

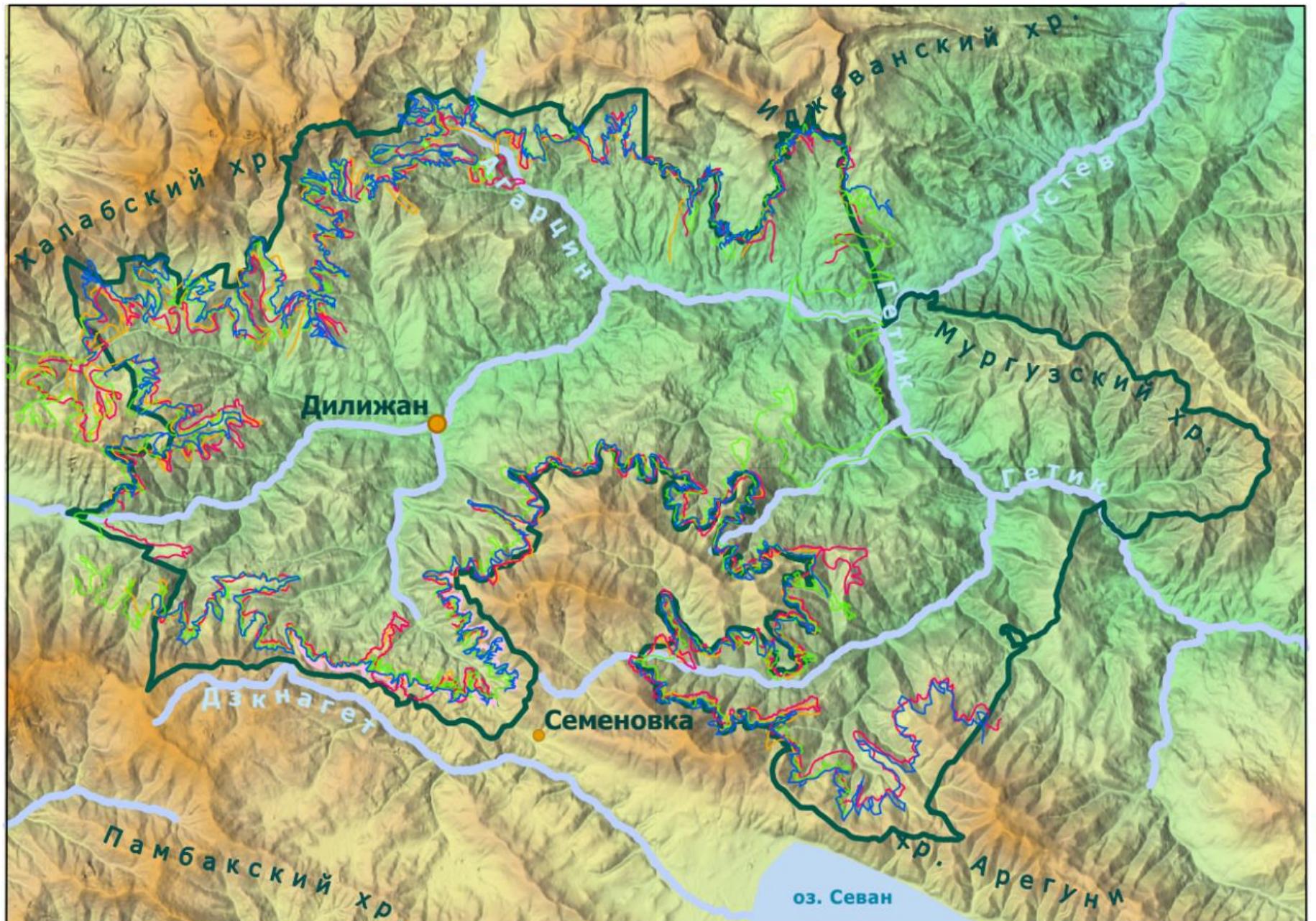
Пример схем предварительного дешифрирования ключевых участков по данным аэрофотосъемки



Результат дешифрирования верхней границы леса на ключевых участках



Результат демпифирирования верхней границы леса



0 2,5 5 10 км 1:160000

Изменения верхней границы леса

- Полученные результаты свидетельствуют о сложном характере динамики верхней границы леса Дилижанского НП.
- На разных склонах имеются разные тенденции.
- Отсутствует четко выраженная тенденции к смещению границы леса вверх или вниз по склонам. Это связано с тем, что данный процесс определяется целым рядом факторов, действующих на локальном уровне: выпас скота,.
- На отдельных участках склонов отмечается стабильность в положении границ леса.

Выводы

- Комбинированный подход (дистанционное зондирование, картографические материалы и полевые наблюдения) обеспечивает высокую достоверность выделения состояния границы верхней границы леса за большой промежуток времени.
- Предложенная методика применима в других горных регионах.
- Перспективы:
 - Выявление связи с рельефом по ЦМР ;
 - Интеграция с данными из различных источников;
 - Оценка количественного и качественного состояния биоразнообразия по границе леса.