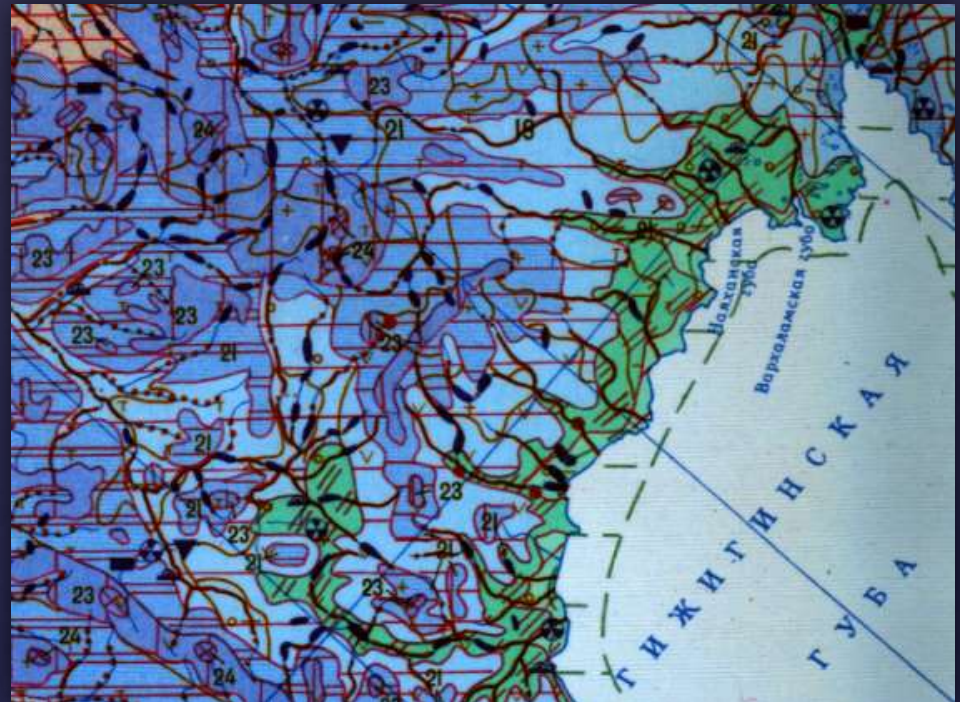


Разработка методики дешифрирования
космических снимков
для обновления слоя наледей цифровой
Геокриологической карты России

Яковенко Е. Д., Прасолова А.И., Пижанкова Е.И.

Геокриологическая карта

- ❖ Геологический ф-т МГУ, 1991 г., 1:2 500 000
- ❖ Комплексная геокриологическая характеристика территории бывшего СССР
- ❖ Перевод Геокриологической карты в цифровой вид
- ❖ 5109 объектов в слое наледей базы данных криогенных явлений



Наледи на Геокриологической карте

- ❖ Отсутствие единства составления и неравномерность изученности наледей
- ❖ Искажения математической основы карты



Необходимость улучшения точности и полноты содержания слоя наледей с использованием современных технологий и ДДЗ

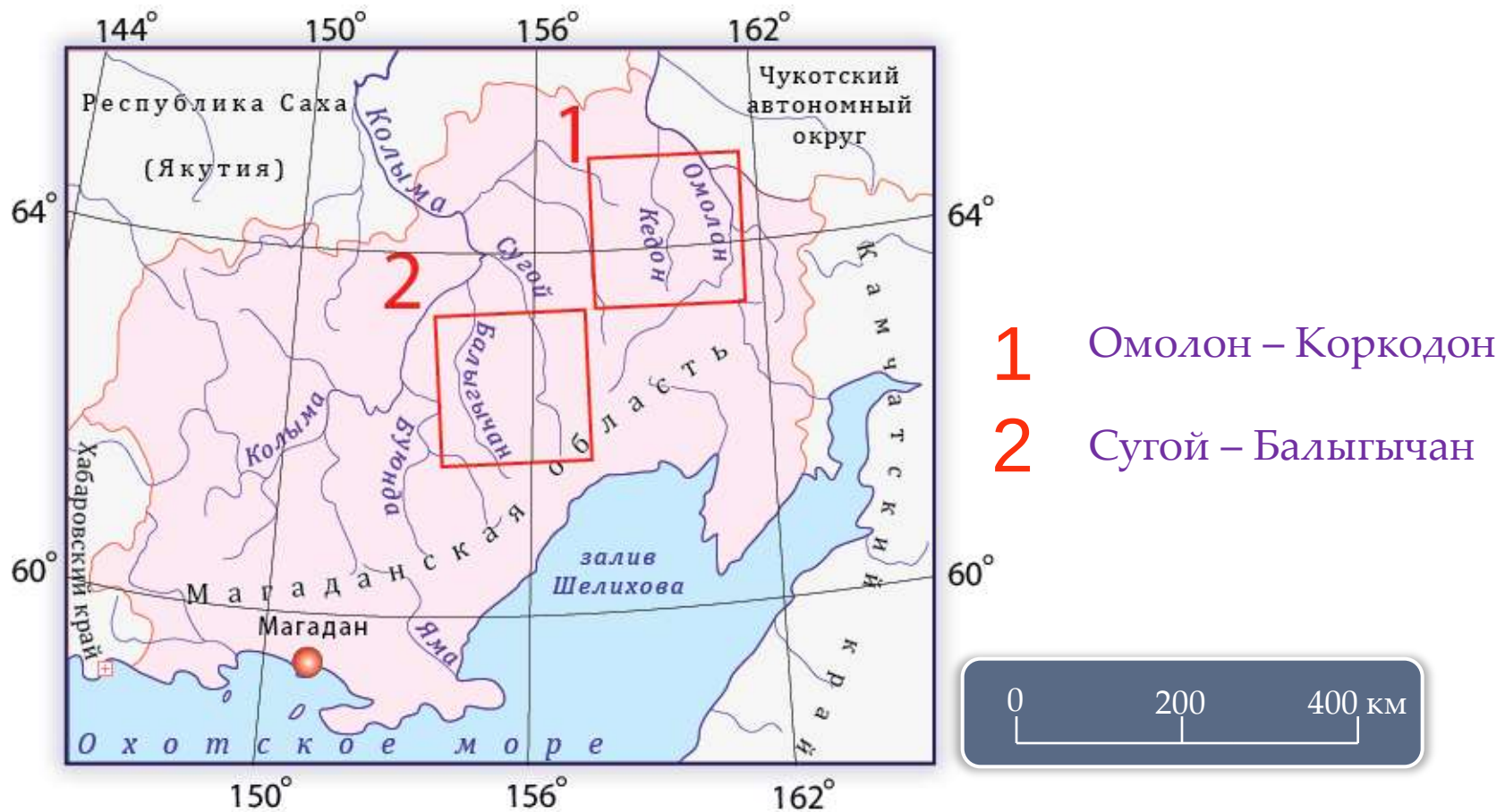
Landsat ETM+: оптимальное соотношение спектральных характеристик, пространственного разрешения и охвата

Источники

- ❖ КС Landsat ETM+ (*EarthExplorer, USGS*)
- ❖ Цифровая топографическая основа (1:2 500 000, *ВСЕГЕИ*)
- ❖ Геокриологическая карта России и сопредельных территорий для высшей школы
- ❖ Государственная геологическая карта России и прилегающих акваторий (1:2 500 000, *ВСЕГЕИ*)
- ❖ ЦМР на основе *ASTER GDEM (NASA)*

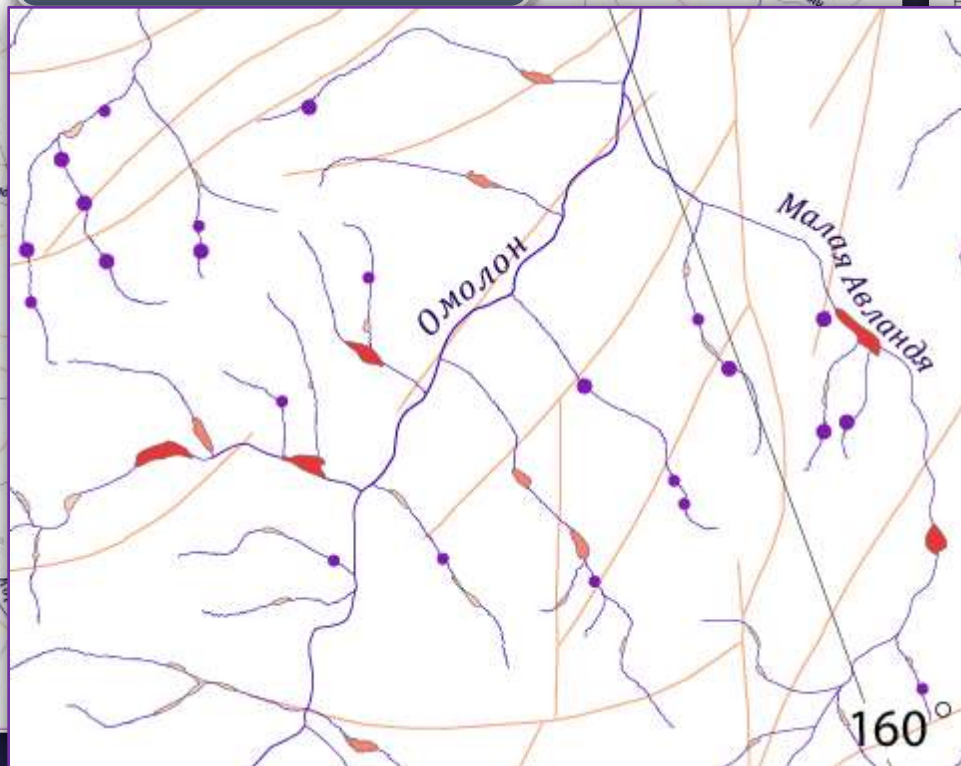
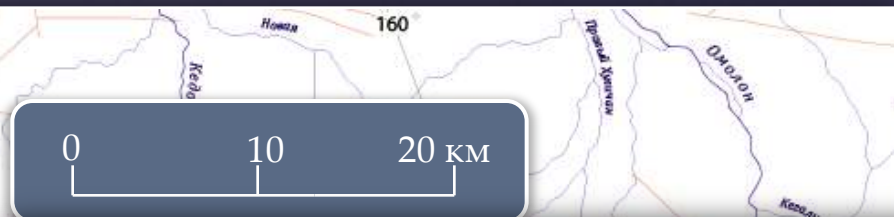
Визуальное дешифрирование

Схема расположения тестовых участков



Схемы визуального дешифрирования

❖ оригинальный масштаб: 1:800 000



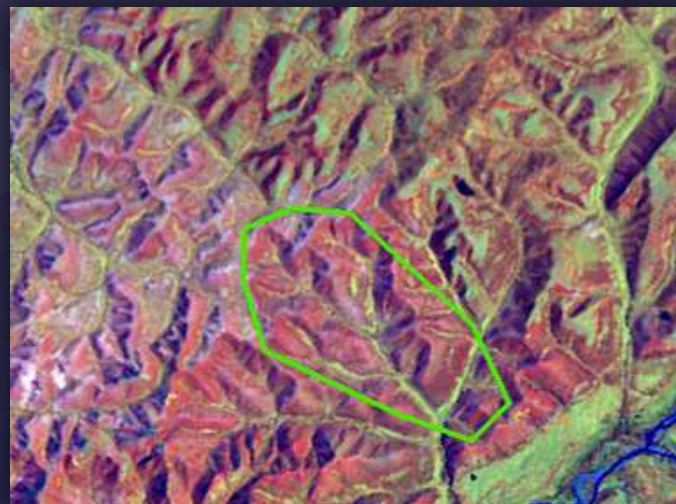
Наледи

Обозначение	Площадь наледи, тыс м ²	Класс наледи по размерам (Толстихин О.Н., 1974)
•	менее 100	мелкие и средние
•	100 – 500	крупные
•	500 – 1 000	
•	1 000 – 2 000	очень крупные
•	2 000 – 5 000	
•	5 000 и более	

тектонические разломы

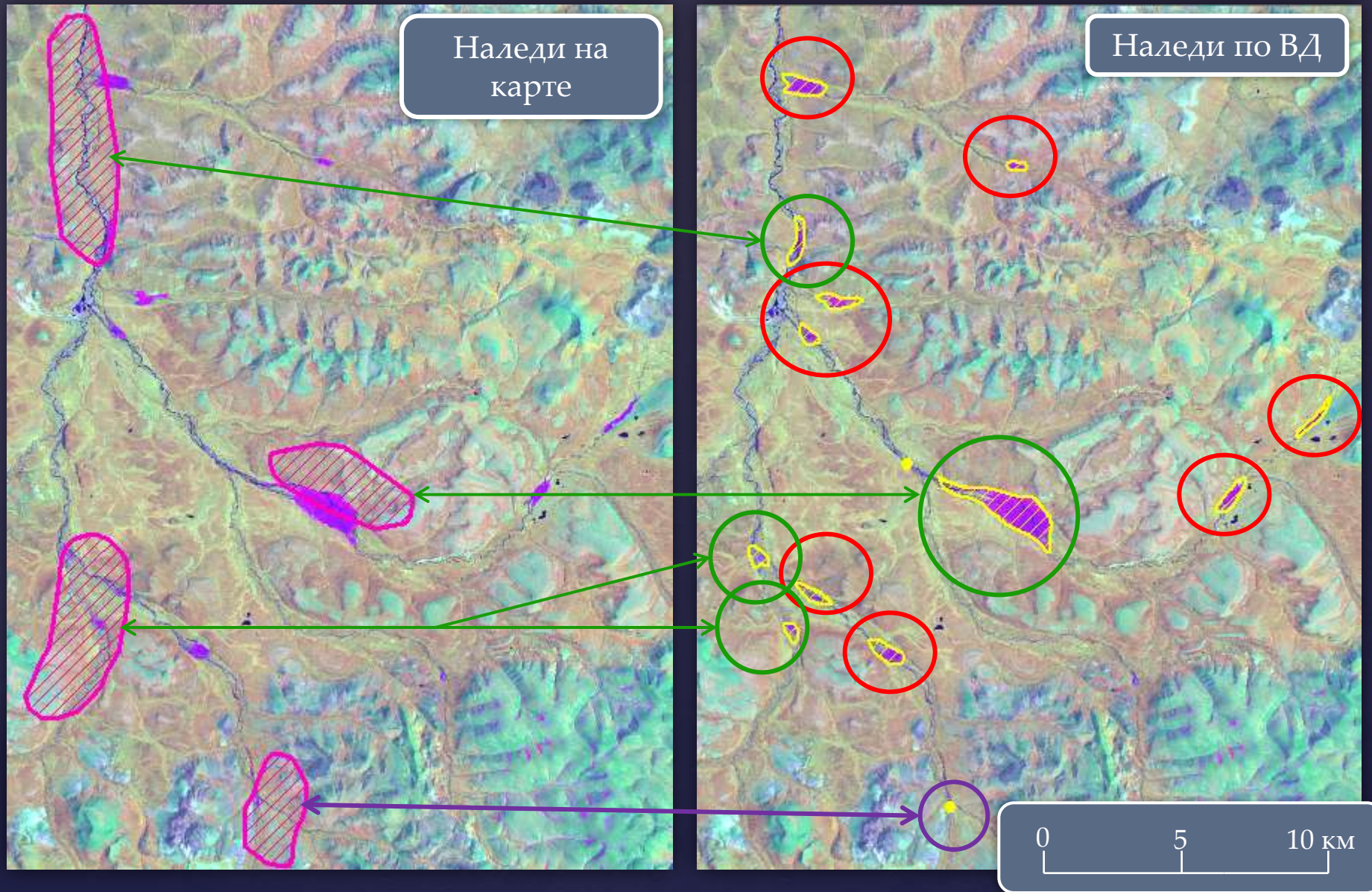
Сравнение результатов ВД и карты

- ❖ Более 50% наледей на карте не соответствуют реальным местам расположения наледей;
- ❖ Неточность пространственного положения наледей на карте достигает 2 км и более;
- ❖ Использование космических снимков позволило уточнить местоположение наледей и оценить их площадь.



0 5 10 км

Сравнение результатов ВД и карты



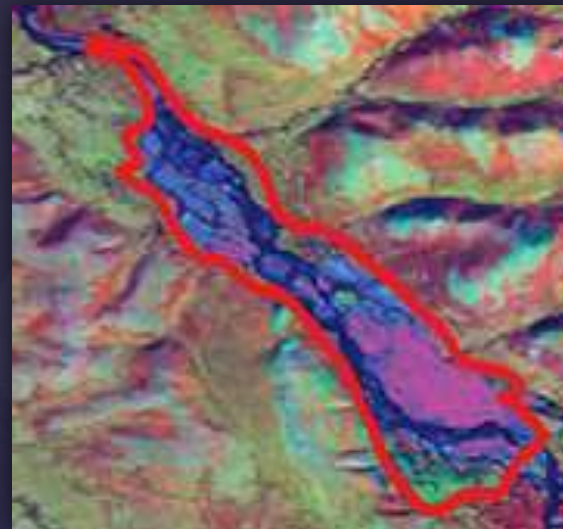
Изучение разновременных снимков



SPOT-4 (15.03.2012)



SPOT-4 (21.05.2012)

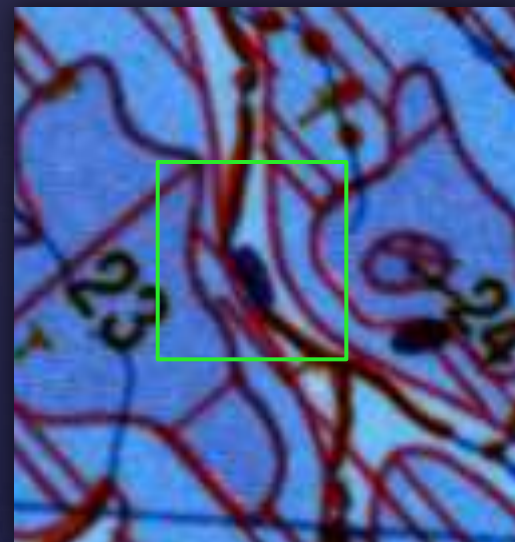


Landsat-7, синтез 4-5-1
(21.06.2000)



Landsat-7
(июль 2000 г.)

Геокриологическая
карта



Применение алгоритмов автоматизированной классификации

Неконтролируемая классификация

- ⌘ **ISODATA**: Итеративный самоорганизующийся метод анализа данных

Контролируемая классификация

- ⌘ **Neural Network**: Построение нейронной сети
- ⌘ **Multichannel Segmentation**: Многоканальная сегментация снимка
- ⌘ **NeRIS**: Нейросетевая растровая интерпретационная система

Неконтролируемая классификация

✂ *ScanEx Image Processor: ISODATA*

	I участок	II участок
Общее количество полигонов НК	428	124
Доля ошибочных полигонов		
а) по количеству	65,7%	35,5%
б) по площади	17,7%	31,5%

Вывод: использование неконтролируемой классификации для задачи дешифрирования наледного льда неэффективно

Контролируемая классификация

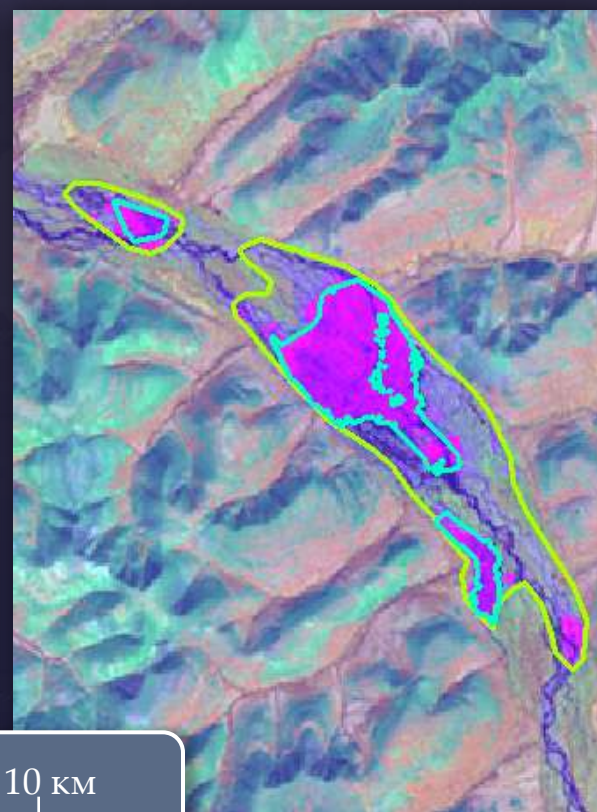
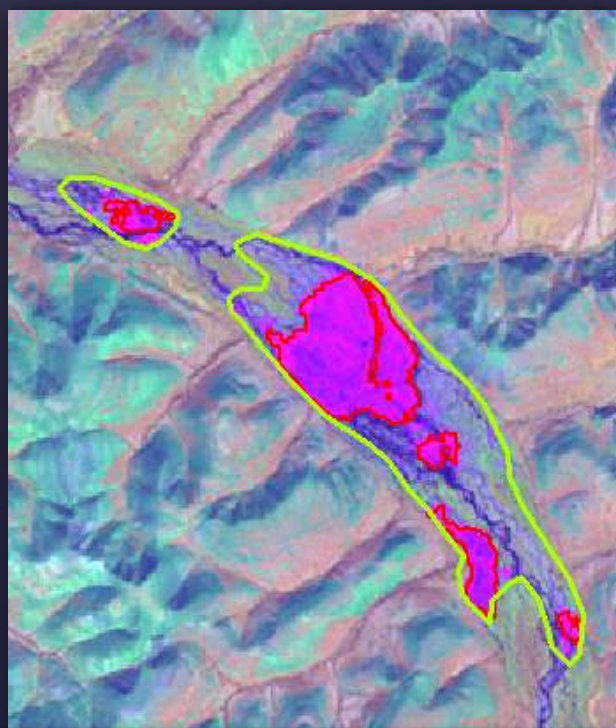
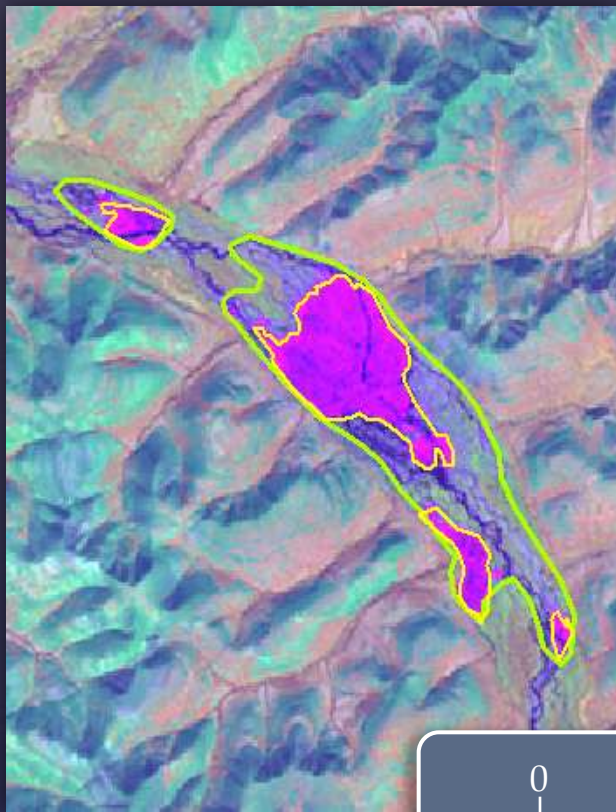
	Neural Network (Нейронная сеть)	Multichannel Segmentation (Многоканальная сегментация)	NeRIS (Нейросетевая интерпретационная система)	
			Перед дообучением	После дообучения
Общее количество полигонов КК для двух участков	272	163	430	165
Доля ошибочных полигонов				
а) по количеству	18,0%	2,5%	52,8%	4,2%
б) по площади	6,9%	2,4%	75,1%	5,0%
Относительные затраты времени на выполнение алгоритма				

Контролируемая классификация

Neural Network

M. Segmentation

NeRIS



Наледный лед
(Neural Network)



Наледный лед
(M. Segmentation)



Наледи по ВД

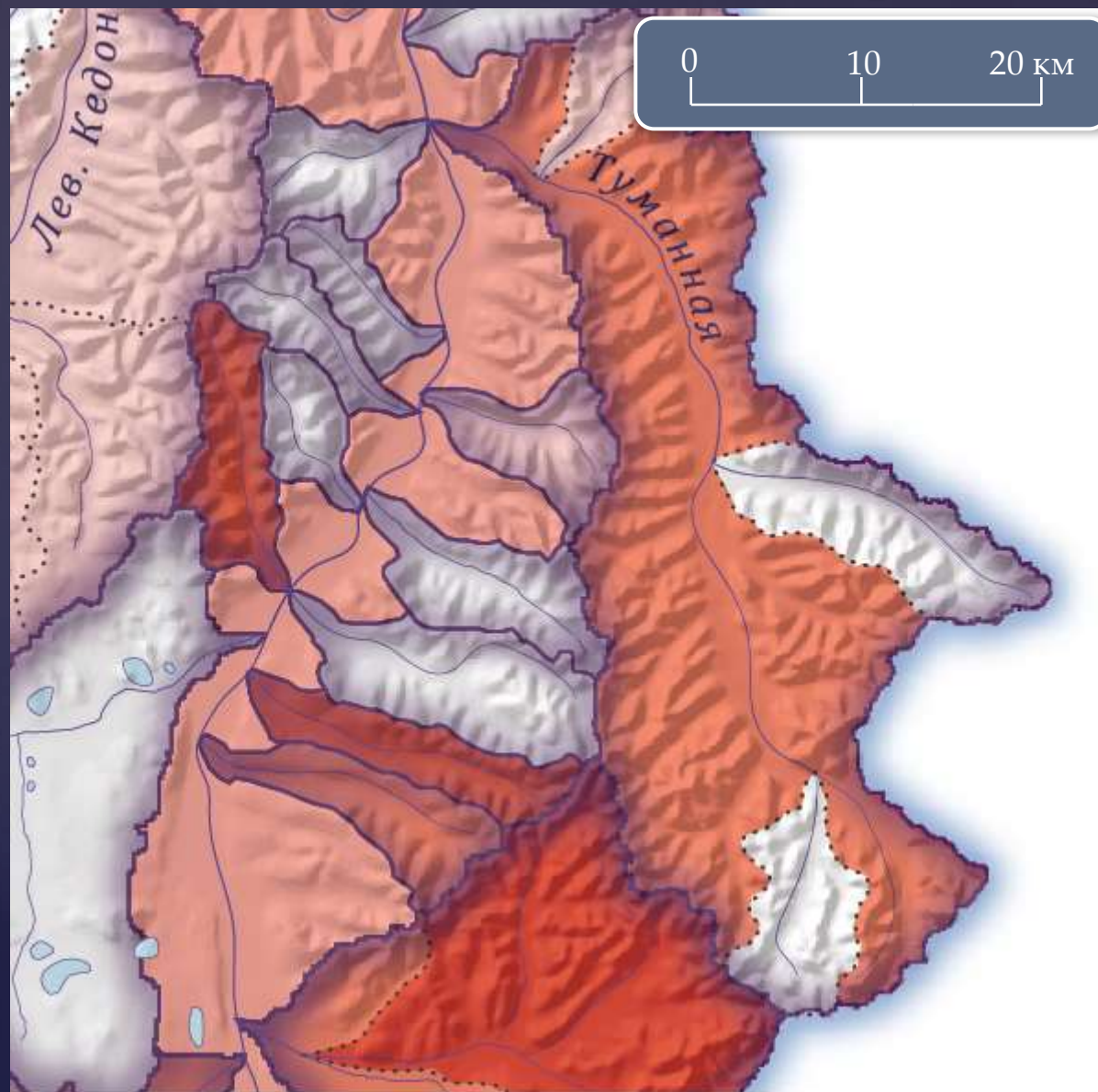


Наледный лед
(NeRIS после
дообучения)

Анализ результатов классификации

- ❖ Отдельный снимок/
Мозаика снимков  *Multichannel Segmentation*
- ❖ Набор снимков со
сходными
спектральными
характеристиками  *NeRIS с дообучением сети*
- ❖ Применение алгоритмов позволило получить численные значения площади наледного льда на момент съемки, что позволяет охарактеризовать масштабы современного наледообразования
- ❖ Невозможность применения алгоритмов классификации для дешифрирования наледных полей

Карта относительной наледности бассейна р. Кедон



Бассейны притоков р. Колымы



III порядка



IV порядка



V порядка

Относительная наледность, %



более 2,5



2,0 – 2,5



1,0 – 2,0



0,5 – 1,0



менее 0,5



бассейны, на территории
которых наледи не
обнаружены

Анализ результатов

1. Использование алгоритмов
контролируемой
классификации



Автоматическое создание
точечного слоя наледей по
центрам выделов
(ареалы, значки)

2. Визуальное
дешифрирование по
косвенным признакам



Постепенное создание
полигонального слоя
наледных полей
(ареалы)

3. Автоматизированное построение карт наледности по
результатам визуального дешифрирования

Спасибо за внимание