

XIX международная конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА (Физические основы,  
методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных  
явлений и объектов)»

# Распознавание и картографирование объектов естественного лесного покрова и лесных плантаций на о-ве Сахалин при помощи снимков Sentinel-2



БОТАНИЧЕСКИЙ САД-ИНСТИТУТ  
Дальневосточного отделения Российской академии наук

Петренко Т.Я., Корзников К.А.,  
Кислов Д.Е.

ИКИ РАН, Москва

2021

# Место исследований



## Место исследований



Общая площадь  
исследуемой земной  
поверхности > 9.4 тыс.км<sup>2</sup>



# Классы

9 классов

7 классов

Лесные

Нелесные

- Листоственные леса

- Кедровый стланник (*Pinus pumila*)

- Хвойные листопадные леса

- Хвойные листопадные редины

- Темнохвойные леса из *Picea* и *Abies*

- Темнохвойные редины из *Picea* и *Abies*

- Плантации сосны обыкновенной

- Усыхающие древостои

- Другие





•Водные объекты

•Бамбучник

•Болота

•Луга

•Урбанизированные территории

•Открытый субстрат

•Ветровалы

# Спутниковые снимки Sentinel-2 level2A

-15 снимков (5 снимков в 3х временных срезах)

-Спектральные каналы: B02-B8A, B11, B12+ NDVI + NDWI + BSI

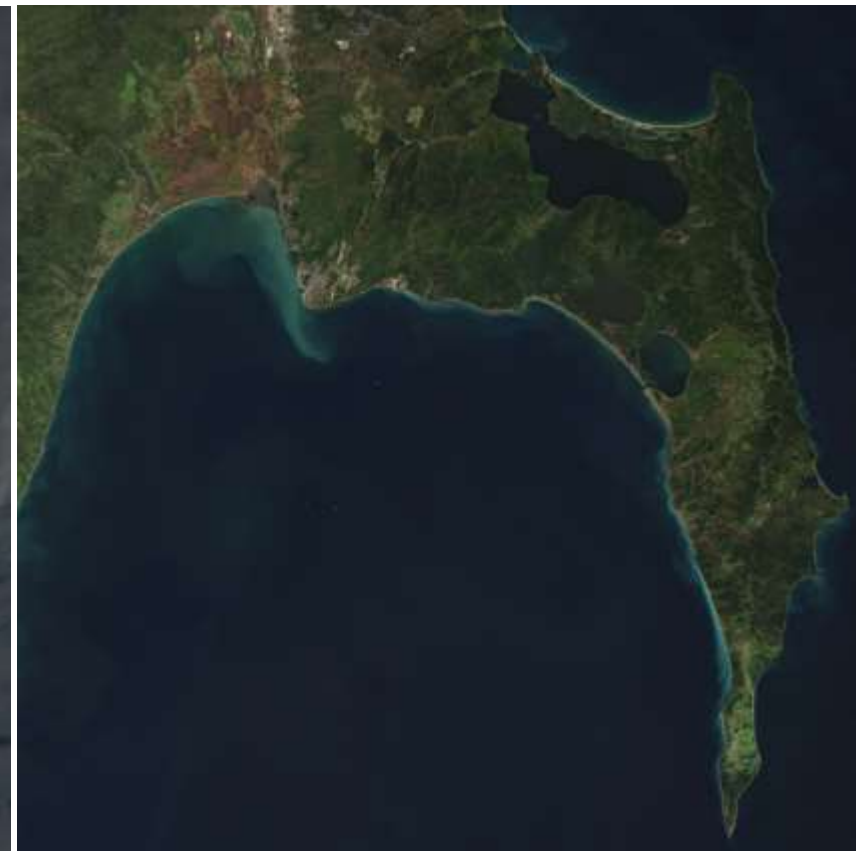
-Пространственное разрешение: 20 м/пиксел



13.03.2021



01.06.2020



10.10.2019

## Обучение

**7** классов нелесной растительности

**5** классов лесной растительности:

-Лиственные

-Хвойные листопадные редины

-Хвойные листопадные

-Вечнозеленые редины

-Вечнозеленые

Классификатор Random Forest (Sci-kit learn, Python)

Число решающих деревьев - **500**

Глубина - неограниченная

Обучающая выборка:

42.7 тыс. пикселей

282 полигона

**80% обучение**

**20% тест**

## Обучение

**7** классов нелесной растительности

**5** классов лесной растительности:

-Лиственные

-Хвойные листопадные редины

-Хвойные листопадные

-Вечнозеленые редины

-Вечнозеленые

**3** класса вечнозеленых лесов:

-Темнохвойные леса (*Abies, Picea*)

-Кедровый стланик (*Pinus pumila*)

- «Плантации сосны»

Классификатор Random Forest (Sci-kit learn, Python)

Число решающих деревьев - **500**

Глубина - неограниченная



## Обучение

**7** классов нелесной растительности

**5** классов лесной растительности:

-Лиственные

-Хвойные листопадные редины

-Хвойные листопадные

-Вечнозеленые редины

-Вечнозеленые

**3** класса вечнозеленых лесов:

-Темнохвойные леса (*Abies*, *Picea*)

-Кедровый стланик (*Pinus pumila*)

- «Плانتации сосны»

**3** класса:

-Плانتации сосны (*Pinus sylvestris*)

-Усыхающие древостои (короеды)

-Другие

Матрица  
ошибок

Матрица  
ошибок

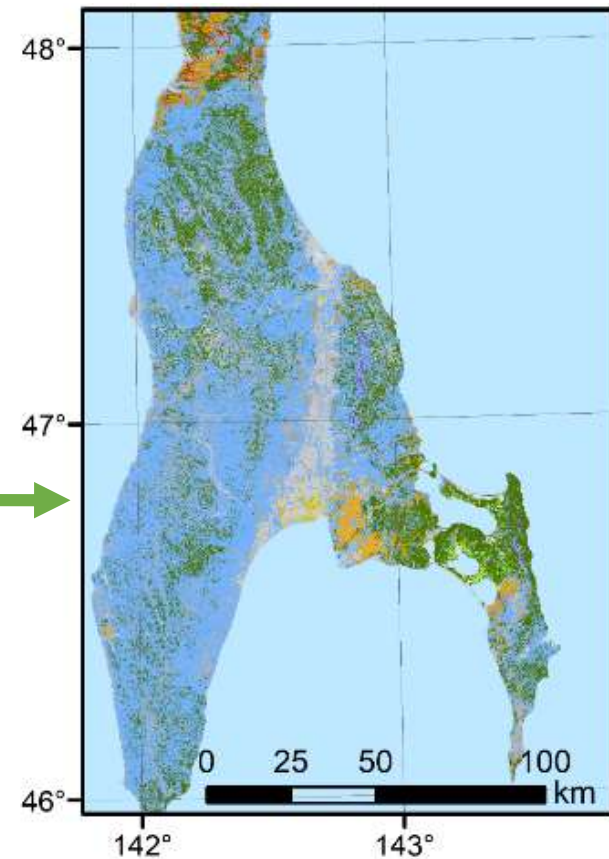
Матрица  
ошибок

Классификатор Random Forest (Sci-kit learn, Python)

Число решающих деревьев - **500**

Глубина - неограниченная

Результат 3-х шаговой  
классификации RF:  
**7** классов нелесной  
растительности  
**9** классов лесной  
растительности

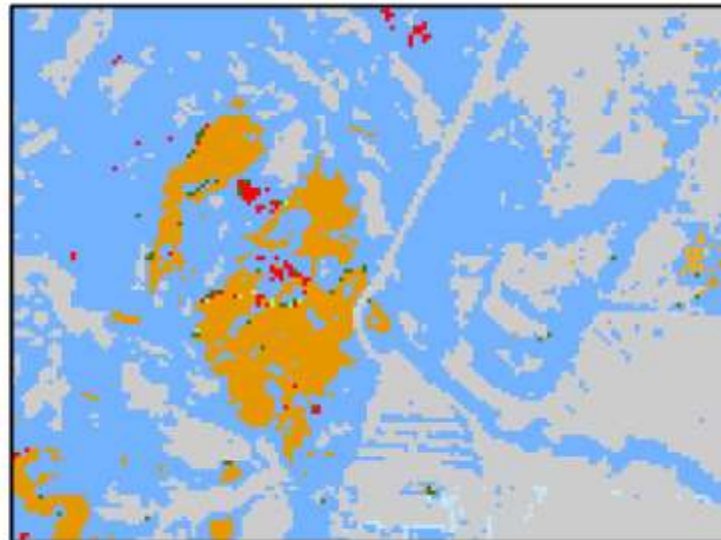


Итоговый .tiff - файл

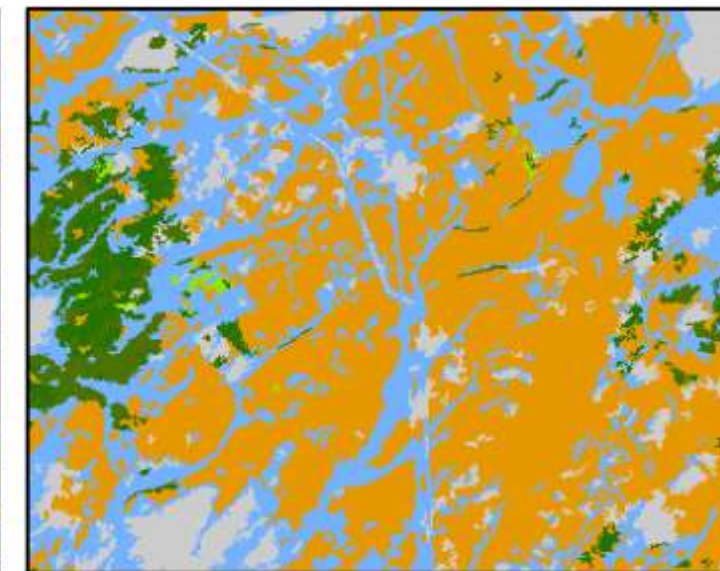
# Генерализация



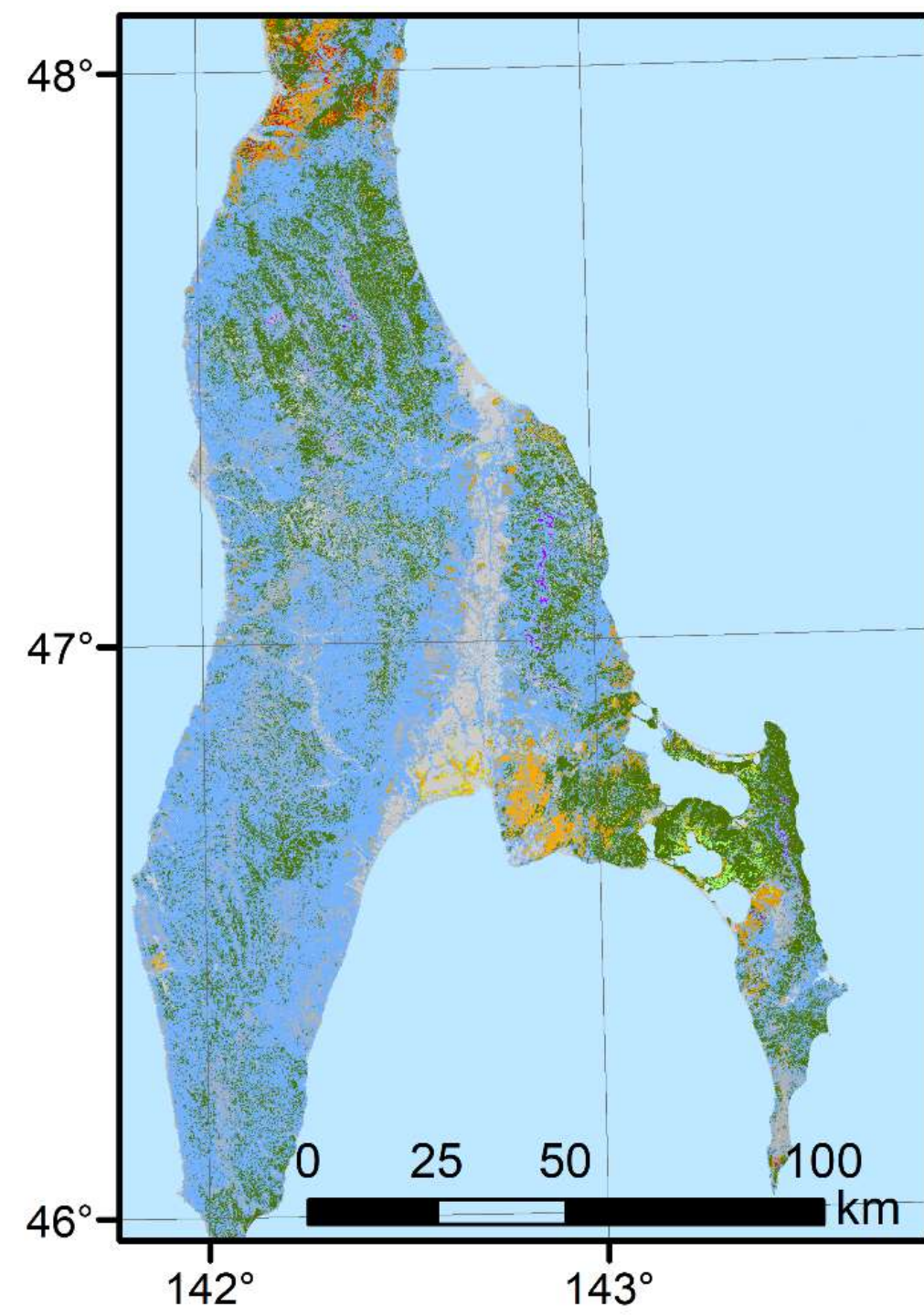
0 0.5 1 2 km



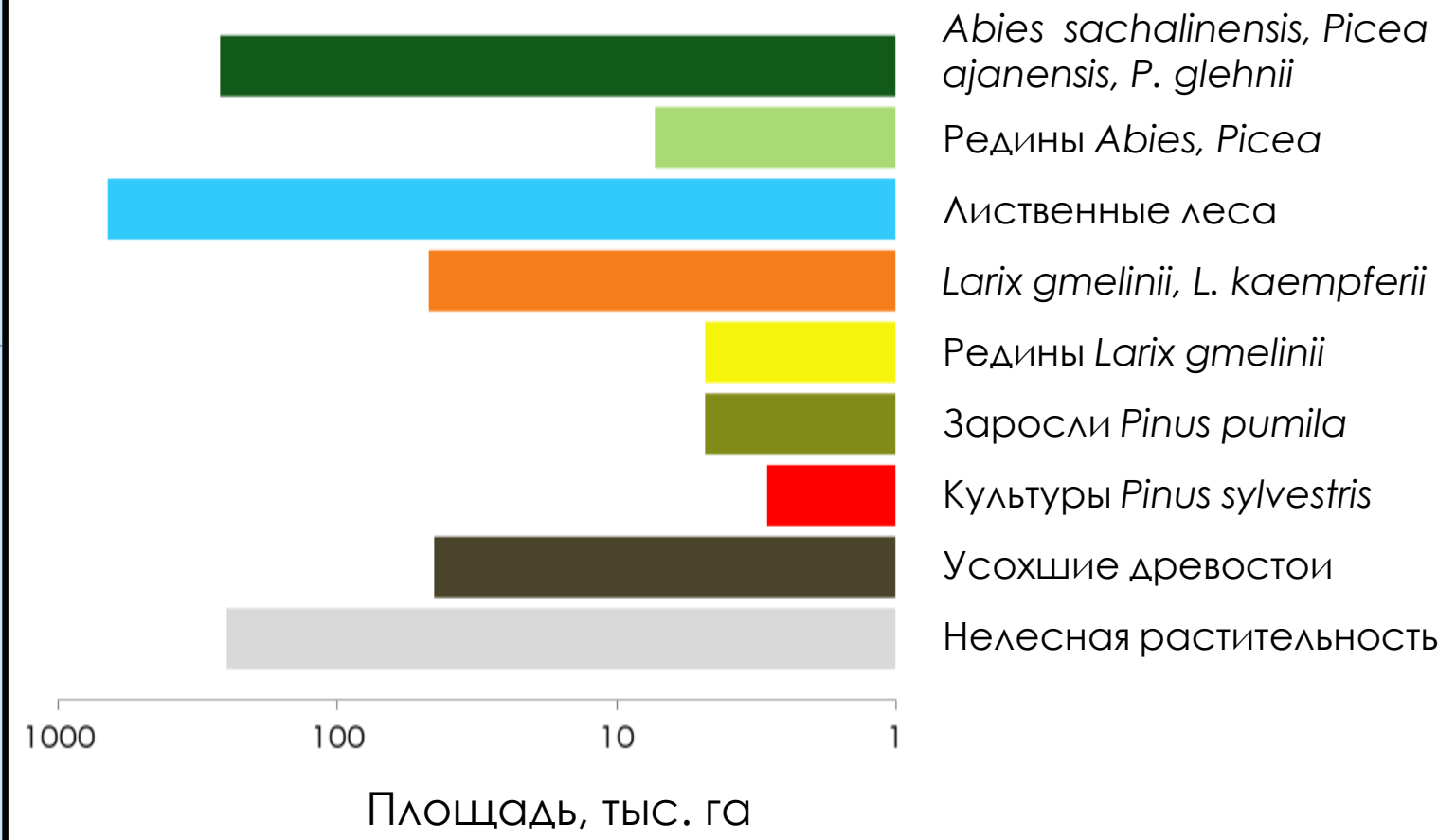
0 1 2 4 km



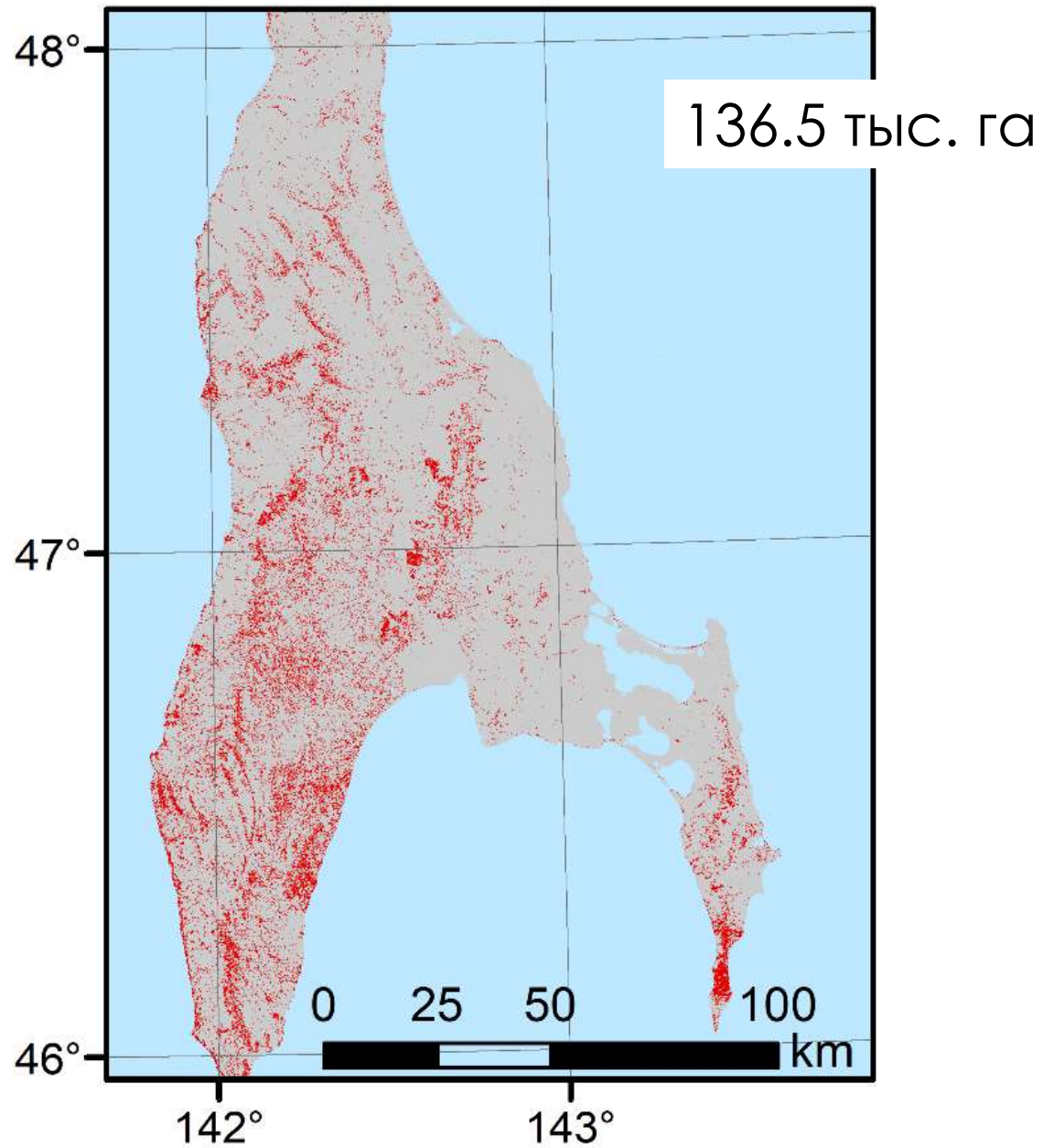
Темнохвойные    Культуры *Larix*    Лиственненные    Нелесная растительность



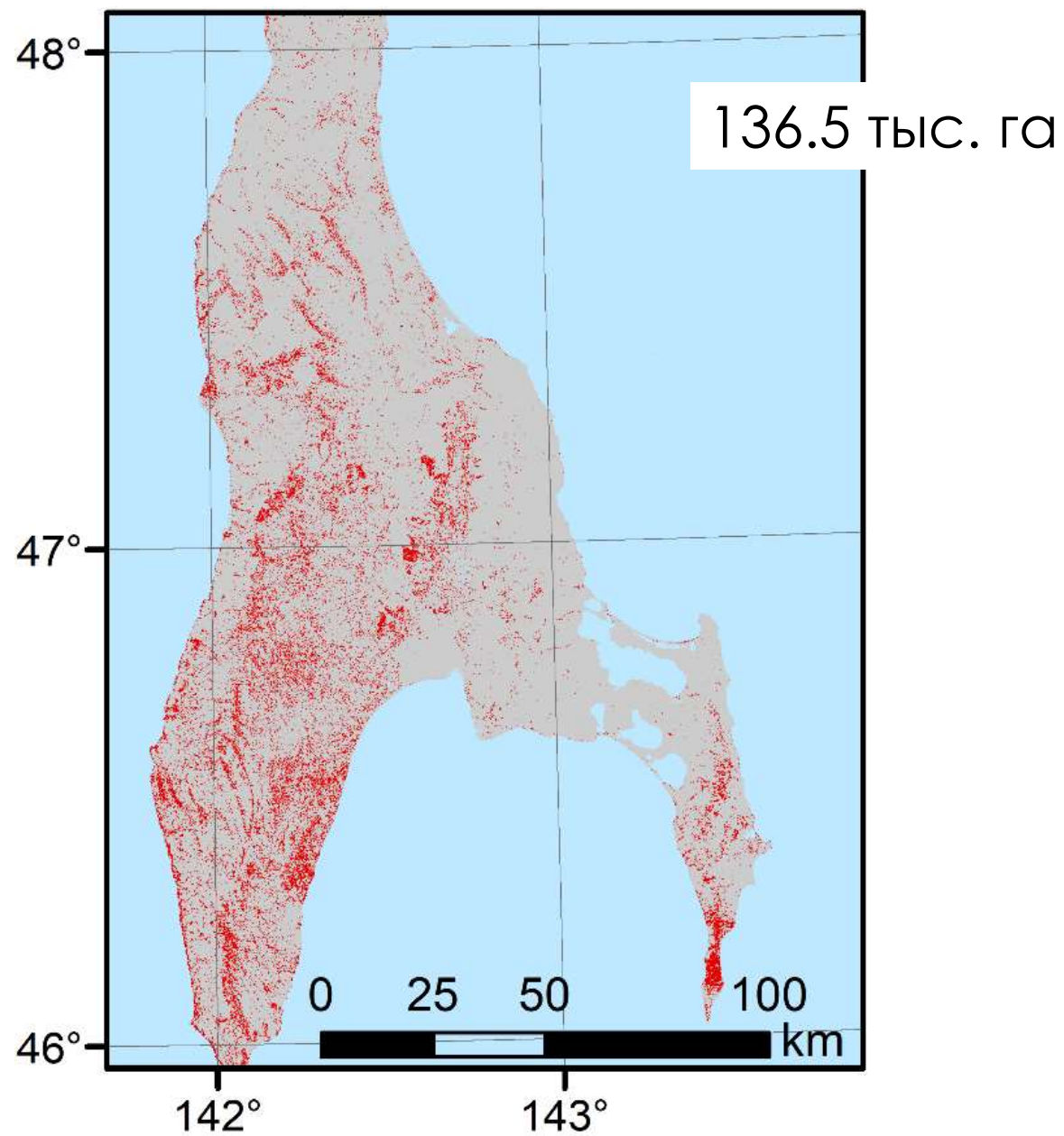
## Результаты классификации



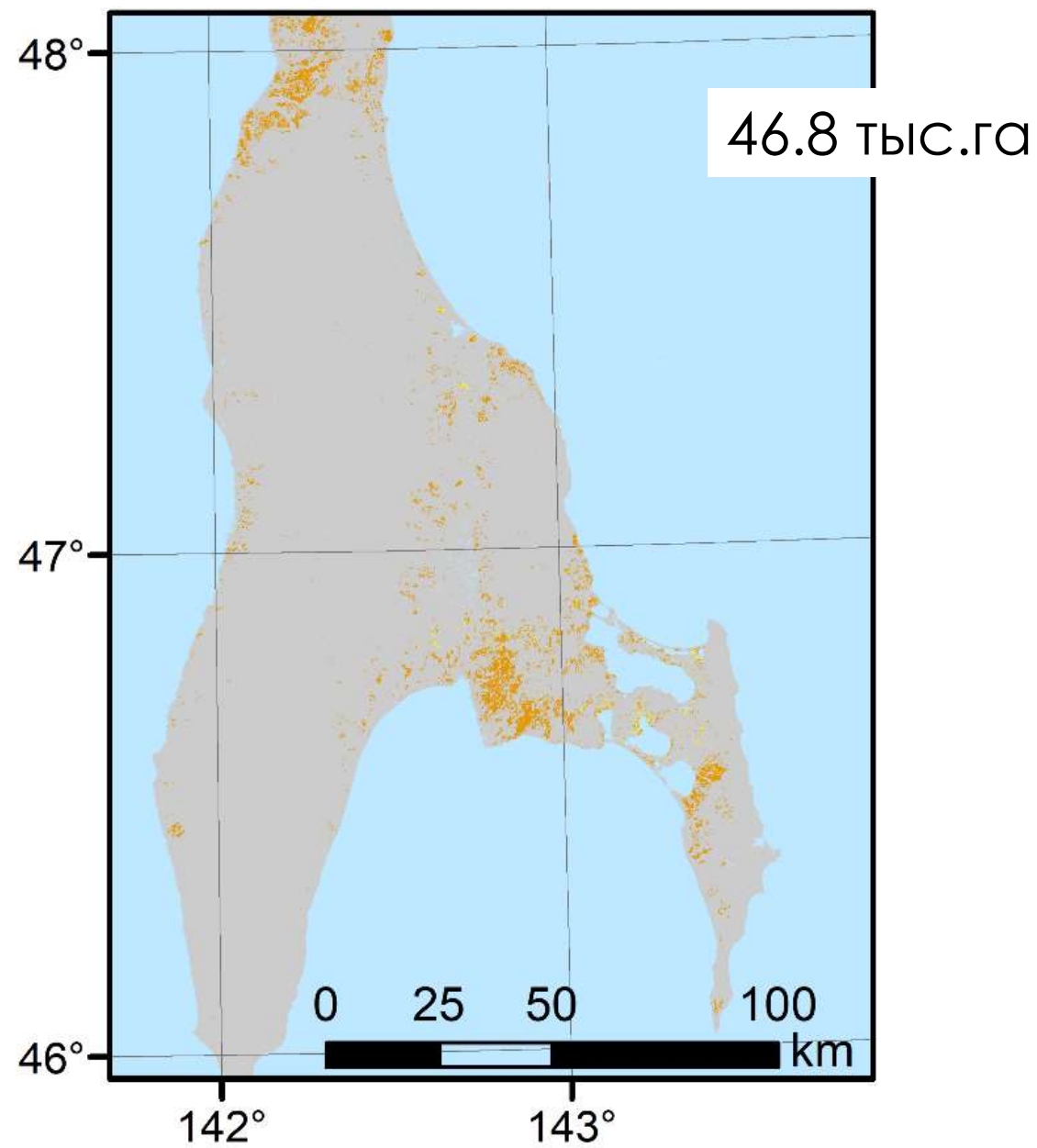
# Заросли курильского бамбука (*Sasa*)



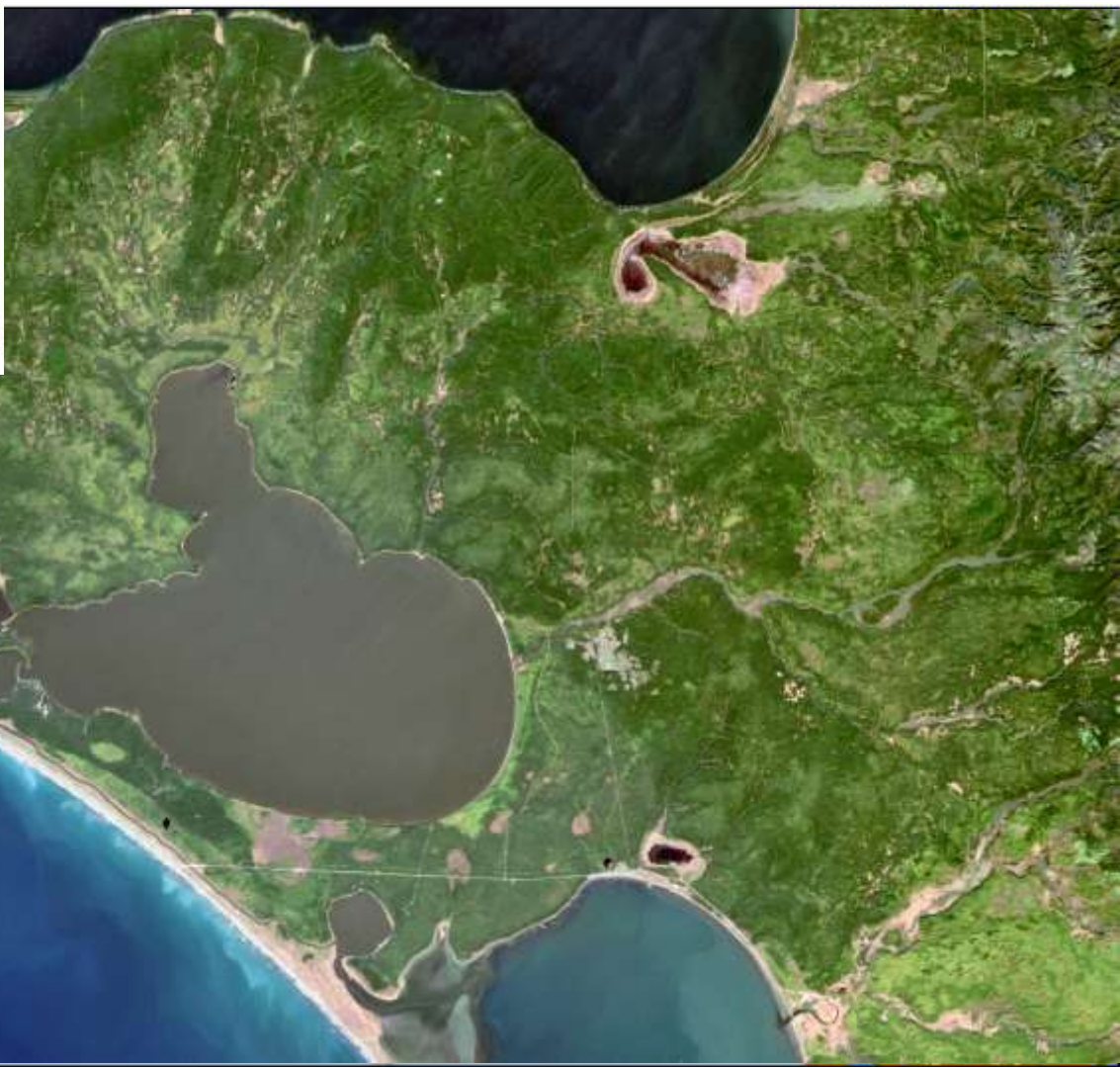
**Заросли курильского бамбука (*Sasa*)**









**Леса из *Larix gmelinii*, *L. kaempferii***



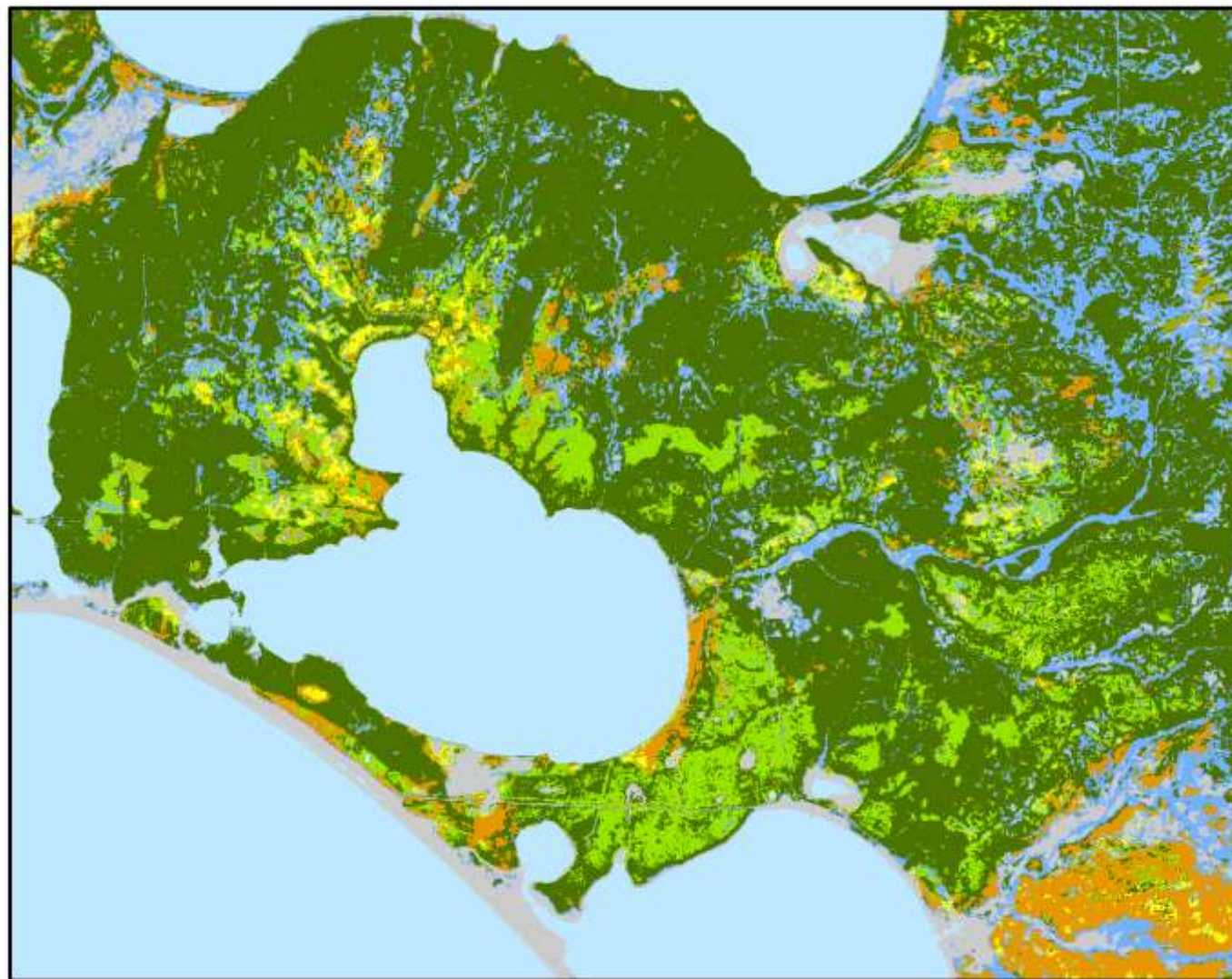
# Результаты классификации









-  *Abies sachalinensis, Picea ajanensis, P. glehnii*
-  Редины *Abies, Picea*
-  *Larix gmelinii, L. kaempferii*
-  Редины *Larix gmelinii*
-  Лиственные леса
-  Нелесная растительность



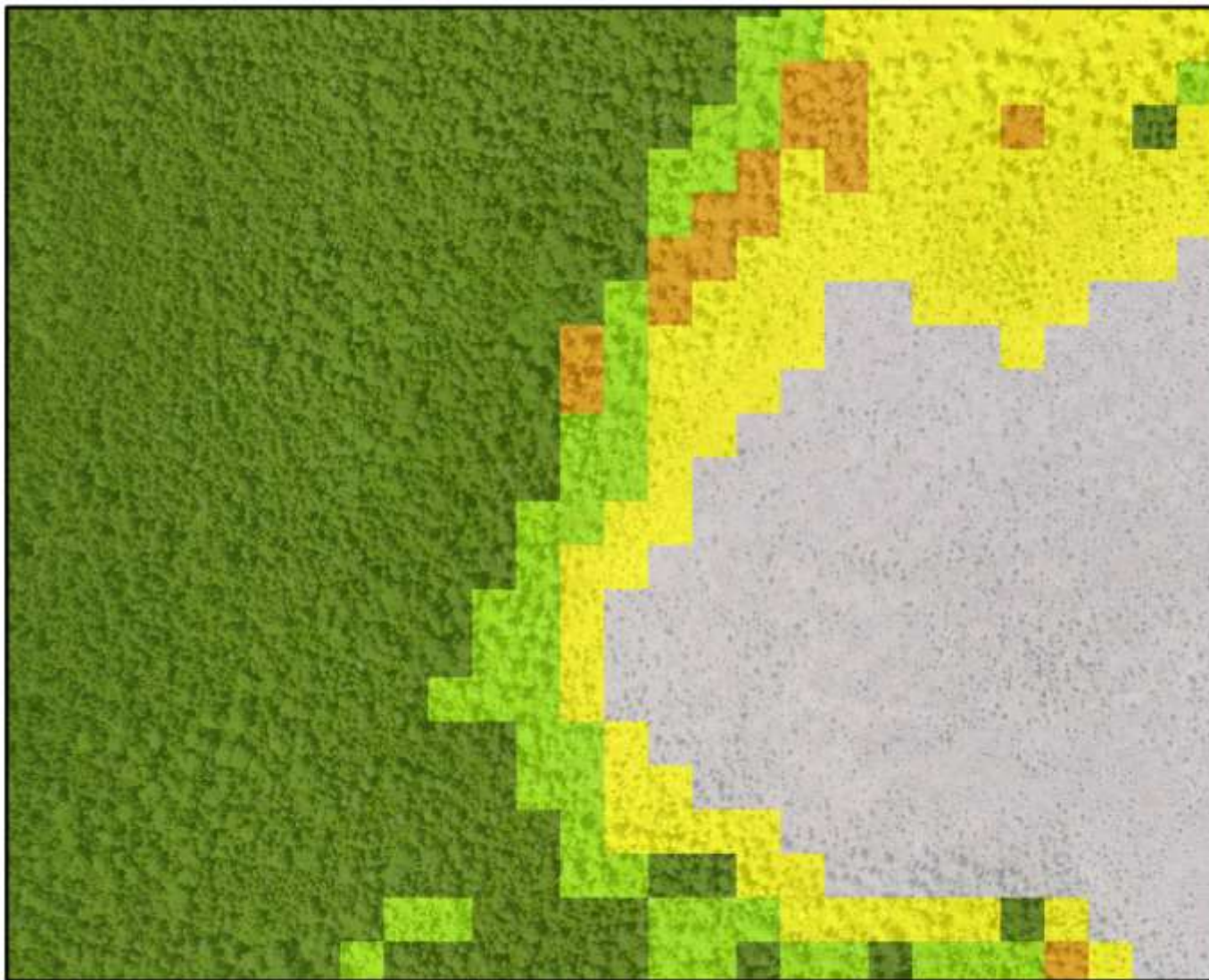
# Результаты классификации








-  *Abies sachalinensis, Picea ajanensis, P. glehnii*
-  Редины *Abies, Picea*
-  *Larix gmelinii, L. kaempferii*
-  Редины *Larix gmelinii*
-  Лиственные леса
-  Нелесная растительность

0 2 4 8  
km

# Результаты классификации

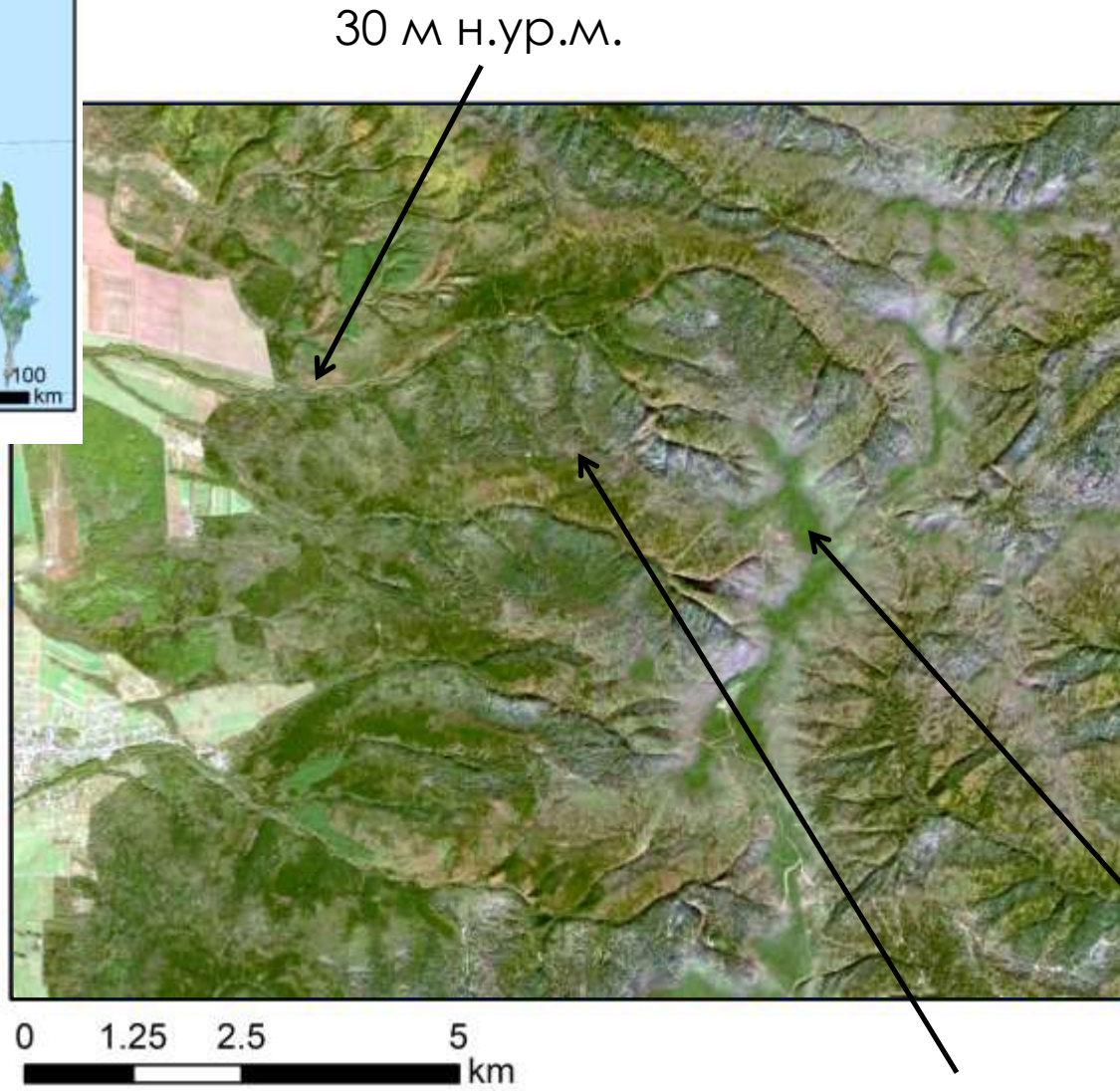







-  *Abies, Picea*
-  *Редины Abies, Picea*
-  *Larix gmelinii*
-  *Редины Larix gmelinii*
-  *Нелесная растительность – Верховое болото*

0 0.1 0.2 0.4 km



# Классификация растительности высотных поясов



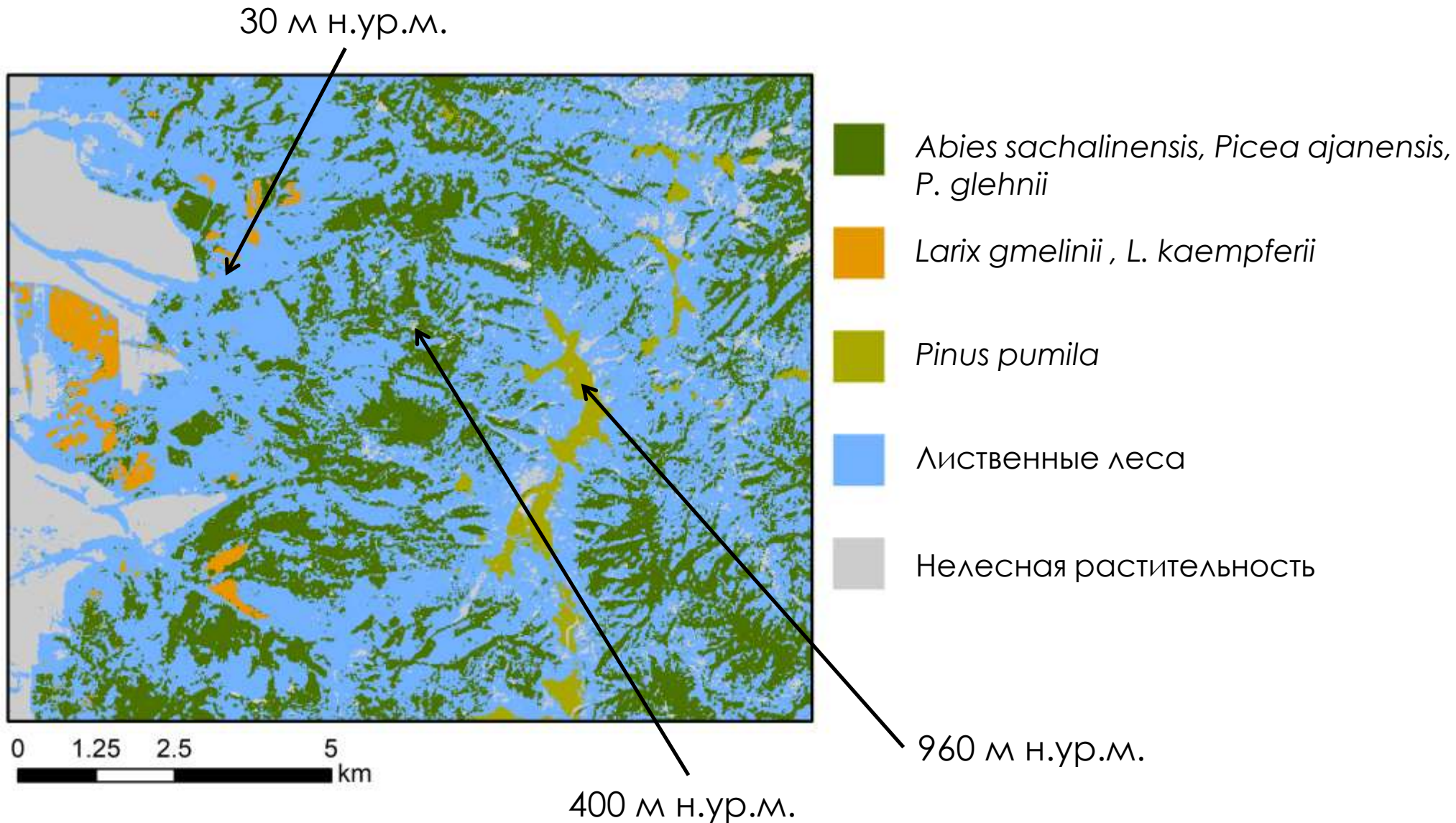
-  *Abies sachalinensis*, *Picea ajanensis*, *P. glehnii*
-  *Larix gmelinii*, *L. kaempferii*
-  *Pinus pumila*
-  Лиственные леса
-  Нелесная растительность

Суссунайский хребет

400 м н.ур.м.

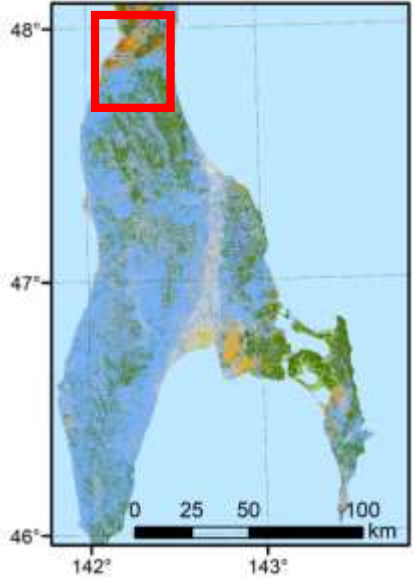
960 м н.ур.м.






# Классификация растительности высотных поясов



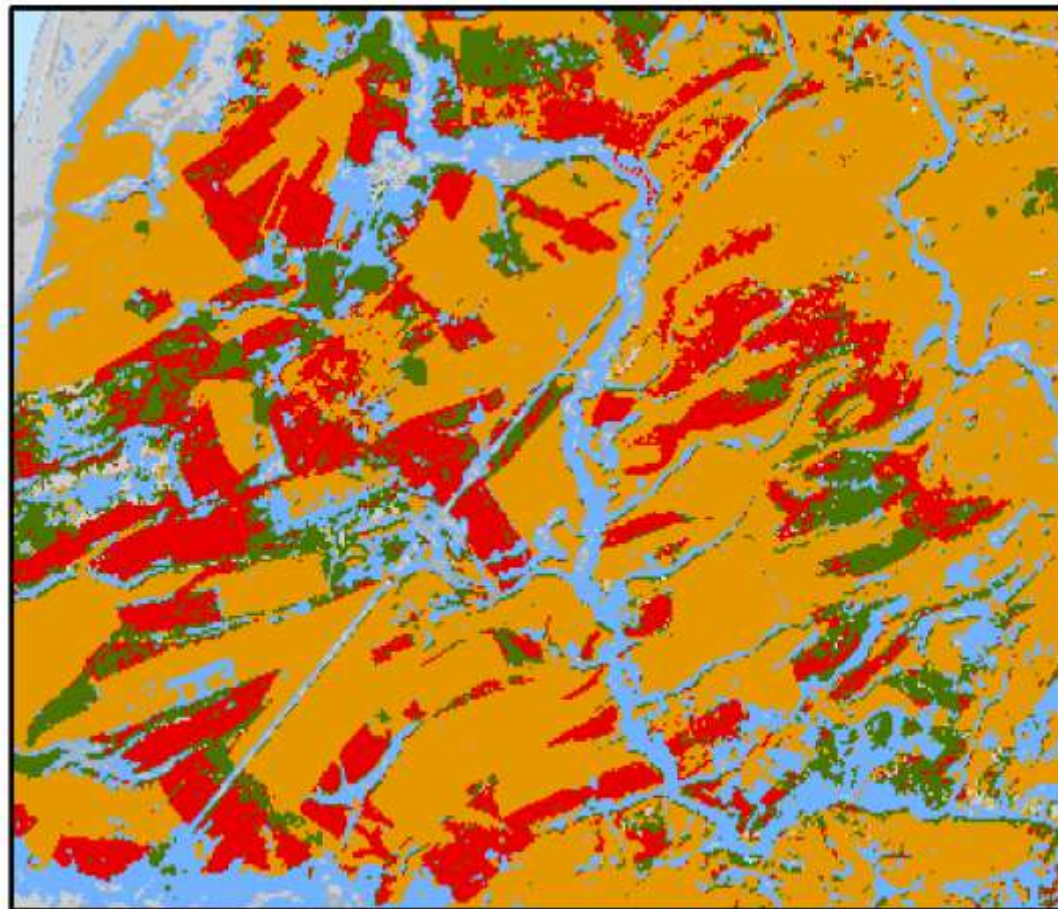
Суссунайский хребет

# Классификация культур *Larix gmelinii* и *Pinus sylvestris*



-  *Abies sachalinensi, Picea ajanensis*
-  *Larix gmelinii*
-  Культуры *Pinus sylvestris*
-  Лиственные леса
-  Нелесная растительность

# Классификация культур *Larix gmelinii* и *Pinus sylvestris*




0 1 2 4  
km

 *Abies sachalinensi, Picea ajanensis*

 *Larix gmelinii*

 Культуры *Pinus sylvestris*

 Лиственные леса

 Нелесная растительность

# Заключение

Использование снимков Sentinel-2 с помощью классификатора Random Forest позволяет создать качественный продукт в виде карты растительности местности и оценить площади отдельных типов растительности в исследованиях среднего масштаба.

Спектральные характеристики плантаций сосны обыкновенной на о. Сахалин из-за физиологического иссушения (побурения хвои) в весенний период схожи с характеристиками усохших темнохвойных лесов, что вызывает трудность в их классификации.

Спектральные характеристики вечнозеленых зарослей кедрового стланика позволяют надежно отличить их от темнохвойных лесов. В случае игнорирования кедрового стланика, как отдельного класса, пиксели относятся к классу темнохвойных лесов.

Искусственные насаждения невозможно отличить от естественных лесов по спектральным характеристикам. Правильные контуры границ позволяют распознать лесные плантации.

Таким образом, для верной интерпретации полученных результатов необходимо обладать знаниями о растительности места исследования.

# Спасибо за внимание!



Работа выполнена в рамках реализации гранта РФФ № 20-74-00001 «Лесные плантации в условиях изменения климата на юге Дальнего Востока России: результаты и перспективы 90-летней лесокультурной практики».