

Динамика лесовосстановления на территории очага сибирского шелкопряда по материалам съежек высокого и сверхвысокого разрешения

С.В. Князева, Н.В. Королева, С.П. Эйдлина

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва



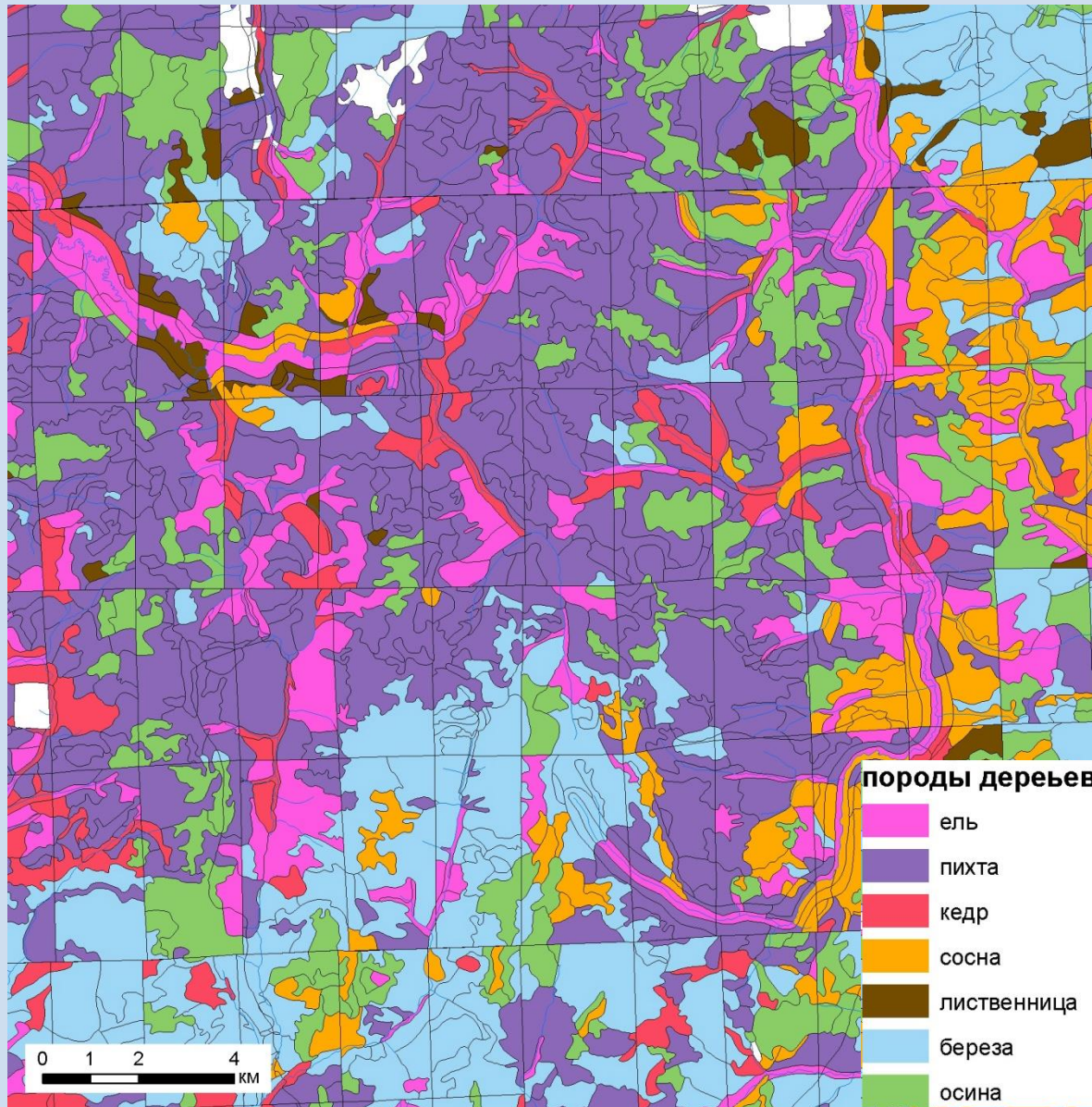
III Всероссийская научная конференция с международным участием
«Научные основы устойчивого управления лесами»,
Москва, 30 октября – 1 ноября, 2018

Сибирский шелкопряд (*Dendrolimus superans sibiricus* Tschetw) является основным вредителем хвойных лесов Сибири и Дальнего Востока нашей страны. Вспышки увеличения численности этого насекомого-вредителя, вызванные преимущественно погодными условиями, особенно разрушительны в темнохвойной тайге с преобладанием пихты, ели и кедра.

Наиболее крупные вспышки сибирского шелкопряда в XX веке наблюдались в 1910-1915 гг. в Обь-Енисейском междуречье на границе Томской области и Красноярского края (150 тыс. га), в 50-е гг. на территории Кеть-Чулымского междуречья в Томской области (около 2,5 млн га поврежденных лесов) и в середине 90-х гг. на территории Нижнего Приангарья в Красноярском крае (до 1 млн га поврежденных лесов). В 2017 г. было повреждено более 800 тысяч га Приенисейской темнохвойной тайги, включая погибшие древостои на площади 300 тысяч га.



Территория исследования



Исследования проводились на примере лесного массива модельной территории Приангарского лесного таёжного района Восточной Сибири (Красноярский край), площадью около 100 тыс. га. До вспышки сибирского шелкопряда на территории произрастали темнохвойные разнотравные и зеленомошные леса с преобладанием пихты, ели и кедра при участии сосны, лиственницы, берёзы и осины. Большинство насаждений имеют смешанный породный состав, чистых древостоев не более 15%. Данные лесоустройства 1992 г. включают около 4000 выделов.

Повреждение темнохвойных лесов сибирским шелкопрядом



Степень повреждения лесов по данным лесопаталогического обследования Восточно-Сибирским лесоустроительным предприятием в 1995 - 1996 гг.

классы повреждений

- | | |
|---|--------------|
|  | 1 - слабое |
|  | 2 - среднее |
|  | 3 - сильное |
|  | 4 - сплошное |

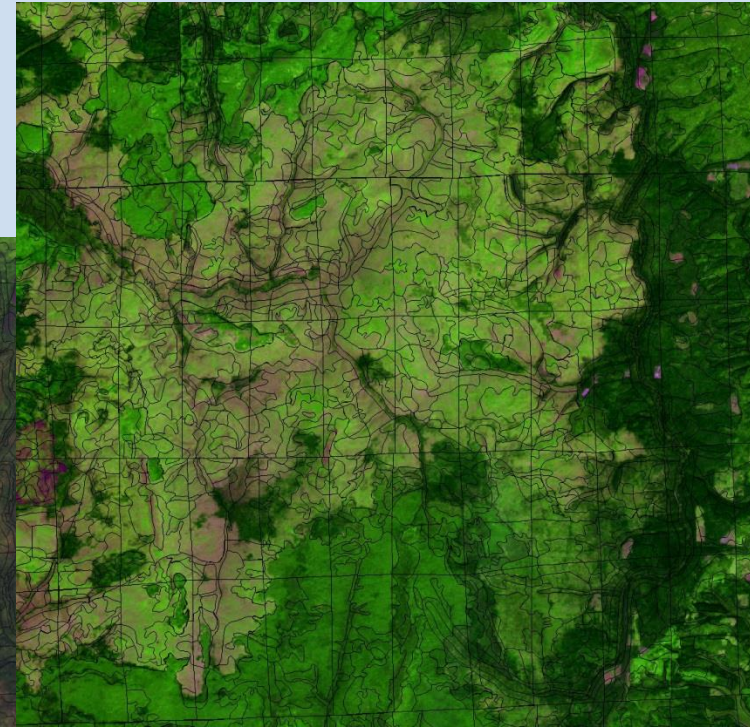
Разновременные снимки Landsat



Landsat 5 TM
16.06.1989



Landsat 7 ETM+
22.06.2000



Landsat 8 OLI_TIRS
20.06.2017

Индекс SWVI

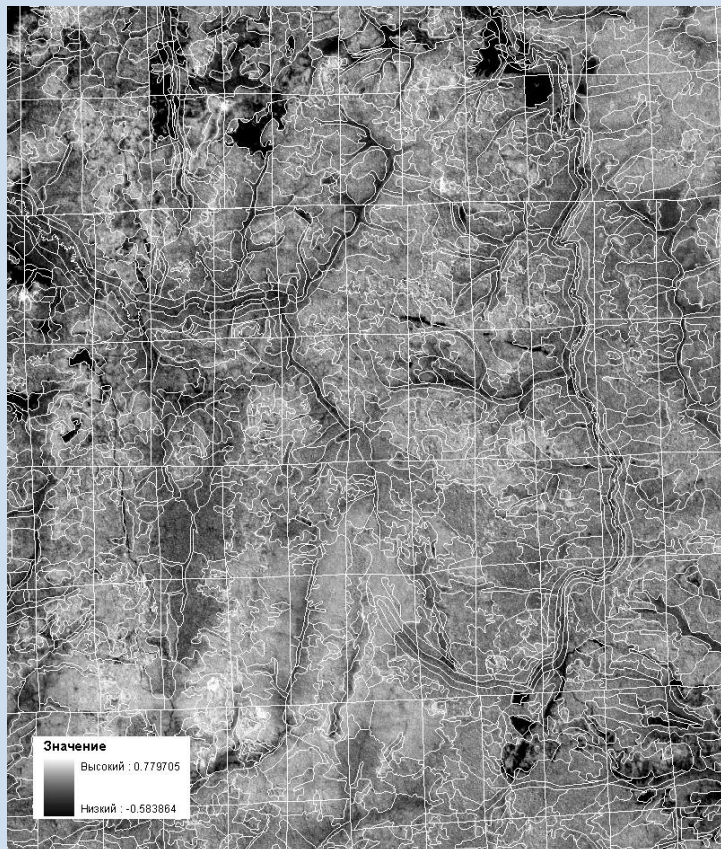
SWVI или NDMI (Normalised Difference Moisture Index) – коротковолновой вегетационный индекс, отражающий водный стресс растительности

$$SWVI = (NIR-SWIR)/(NIR+SWIR), \text{ где}$$

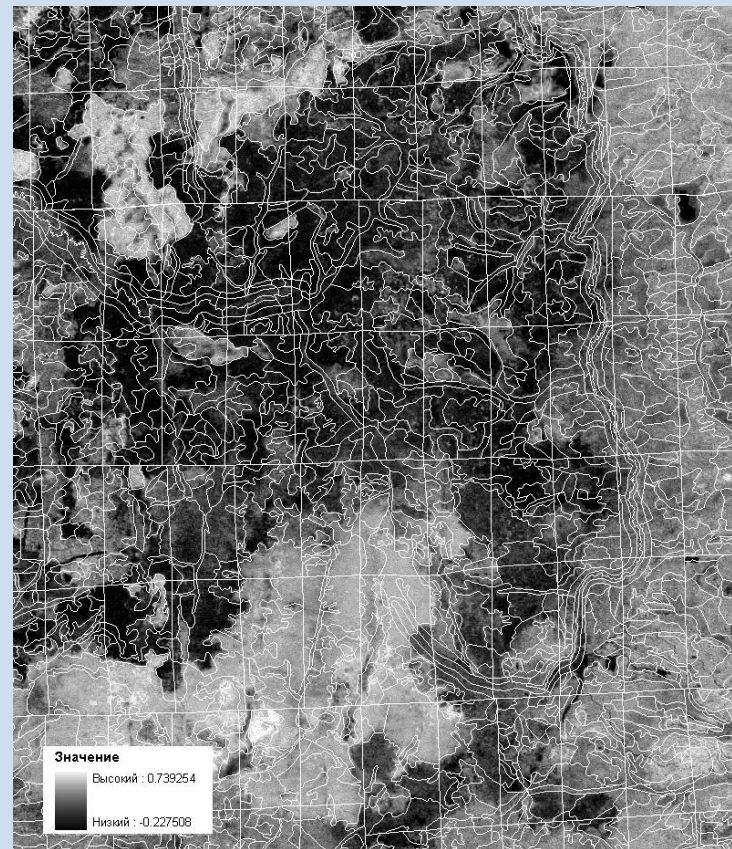
NIR – отражение в ближнем инфракрасном диапазоне 0.76-0.9 мкм;

SWIR - отражение в среднем инфракрасном диапазоне 1.55-1.75 мкм

SWVI 1989



SWVI 2000

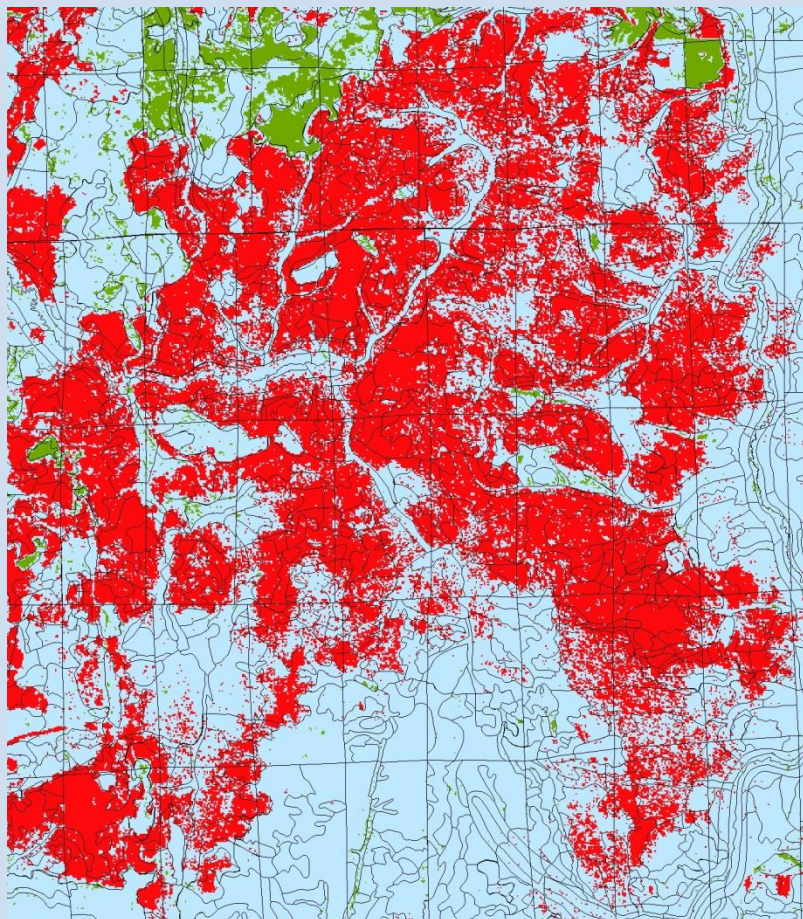


Разница коротковолнового вегетационного индекса $\Delta SWVI$

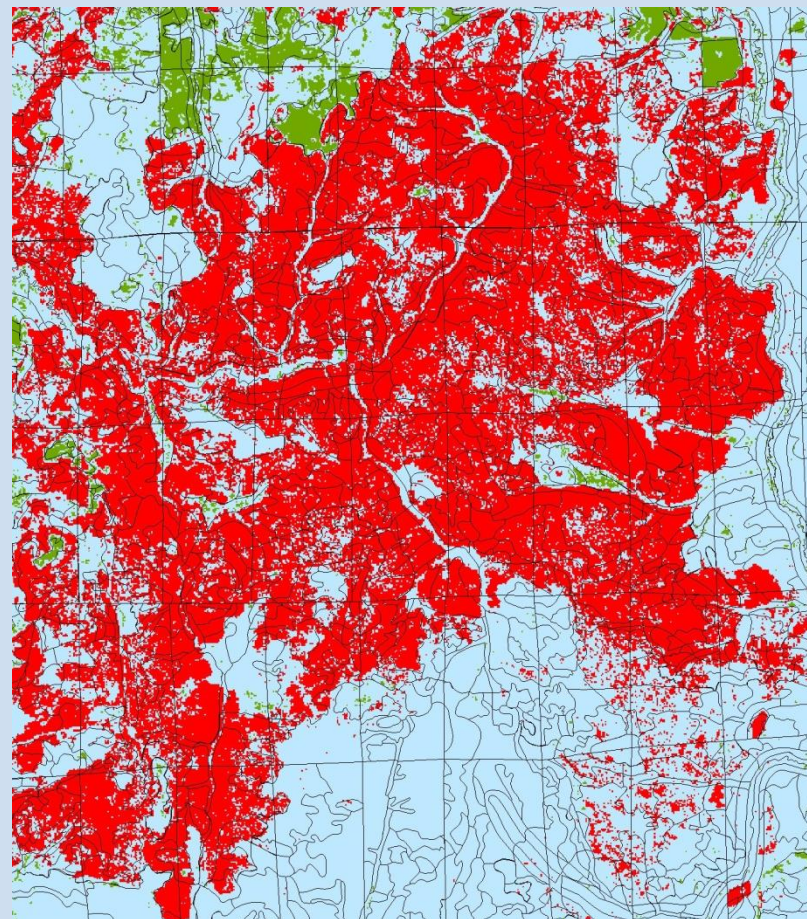
$$\Delta SWVI = SWVI_2 - SWVI_1$$

Разница значений индекса ($\Delta SWVI$), равная пороговому критерию 1σ (стандартному отклонению), позволяет выявить наиболее существенные изменения, произошедшие в лесном покрове за рассматриваемый временной период.

$\Delta SWVI$ 1989-2000

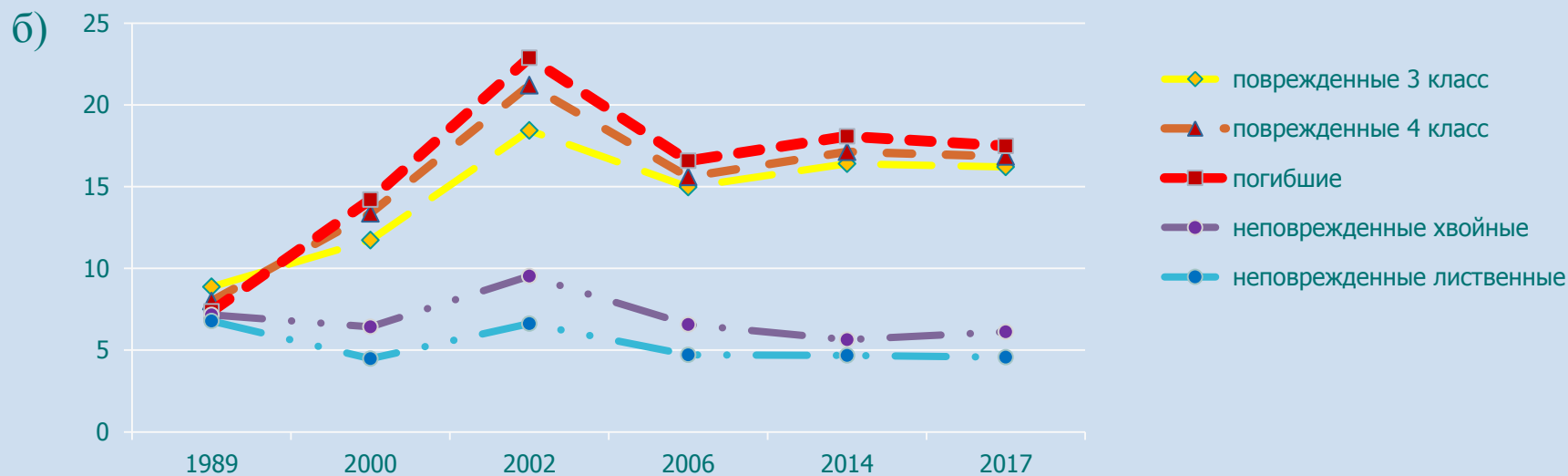
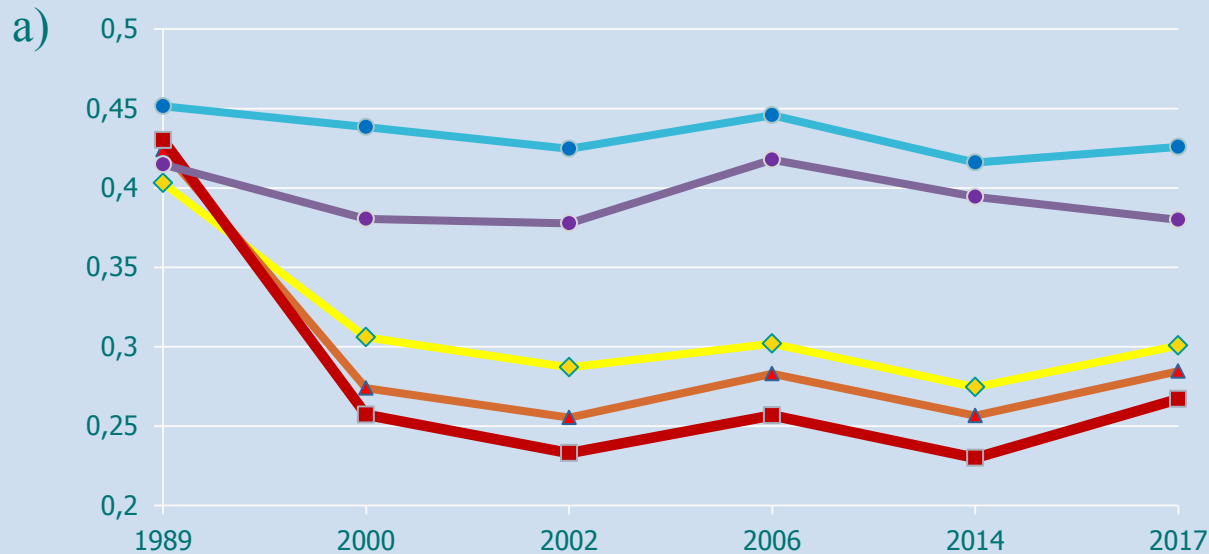


$\Delta SWVI$ 2000-2017

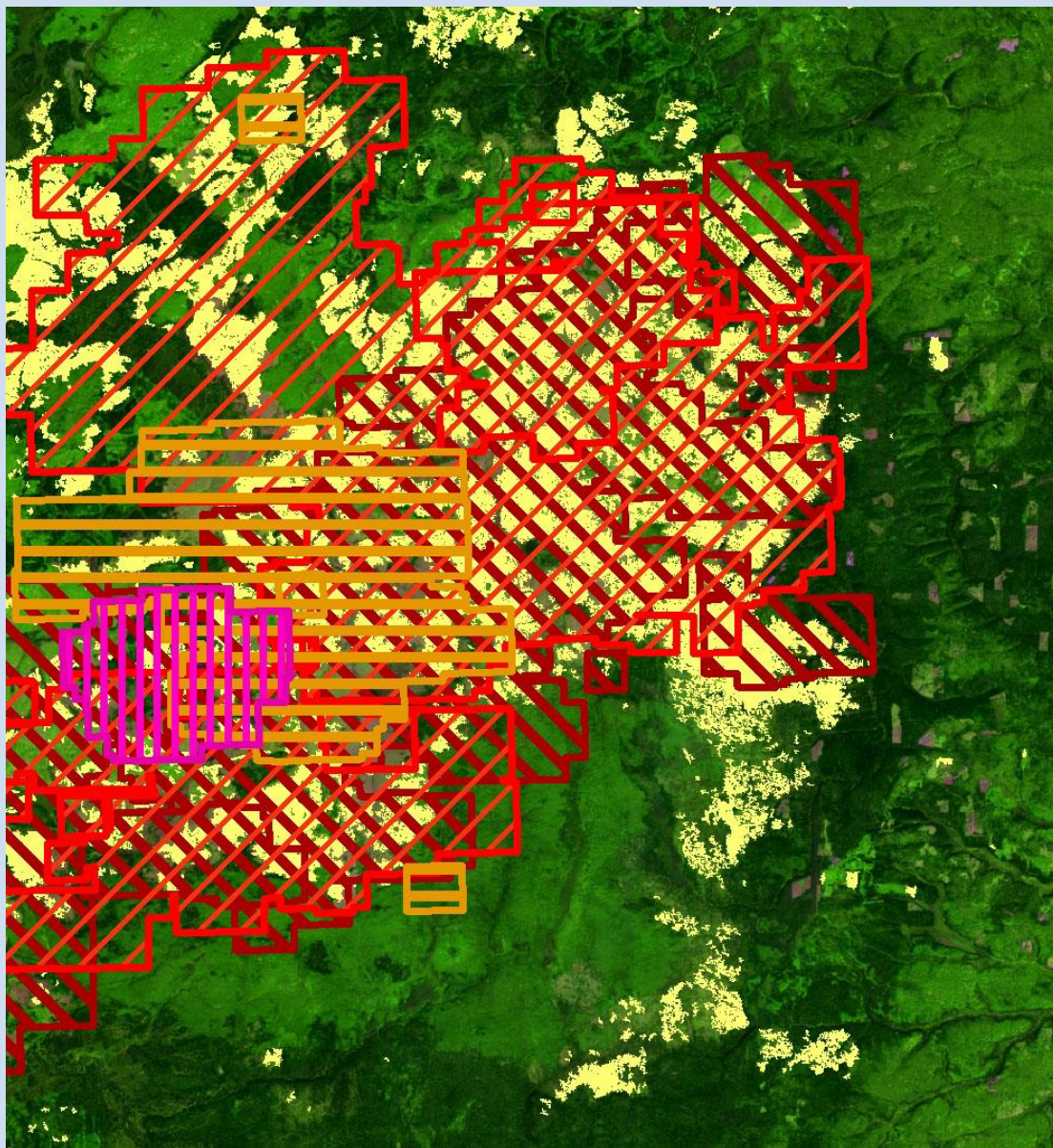


 отрицательная разница $\Delta SWVI$

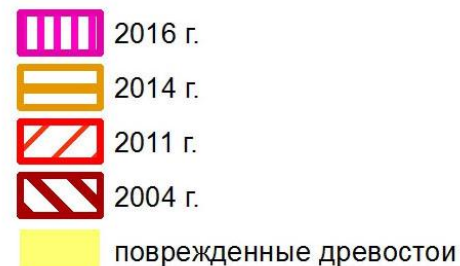
Динамика средних значений (α) и коэффициентов вариации (σ) индекса SWVI



Пирогенные факторы, оказавшие влияния на растительность за период 2000 – 2017 гг.



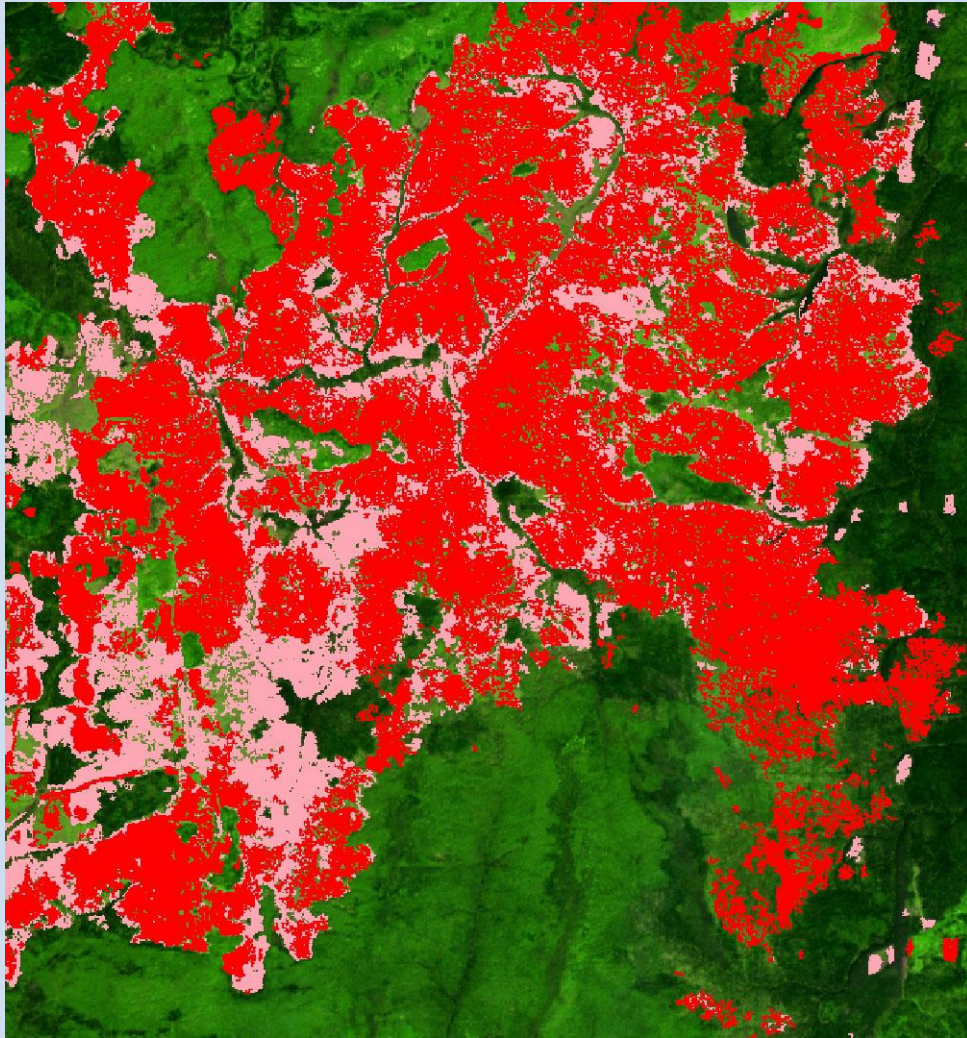
Площадь, пройденная пожаром



Наиболее крупные интенсивные пожары на территории шелкопряда приходятся на 2004 г (около 12.9 тыс. га) и 2011 г. (около 21.2 тыс. га)

Сведения о пожарах получены через геопортал информационной системы дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ-Рослесхоз).

Динамика нарушенного лесного покрова по данным $\Delta SWVI$



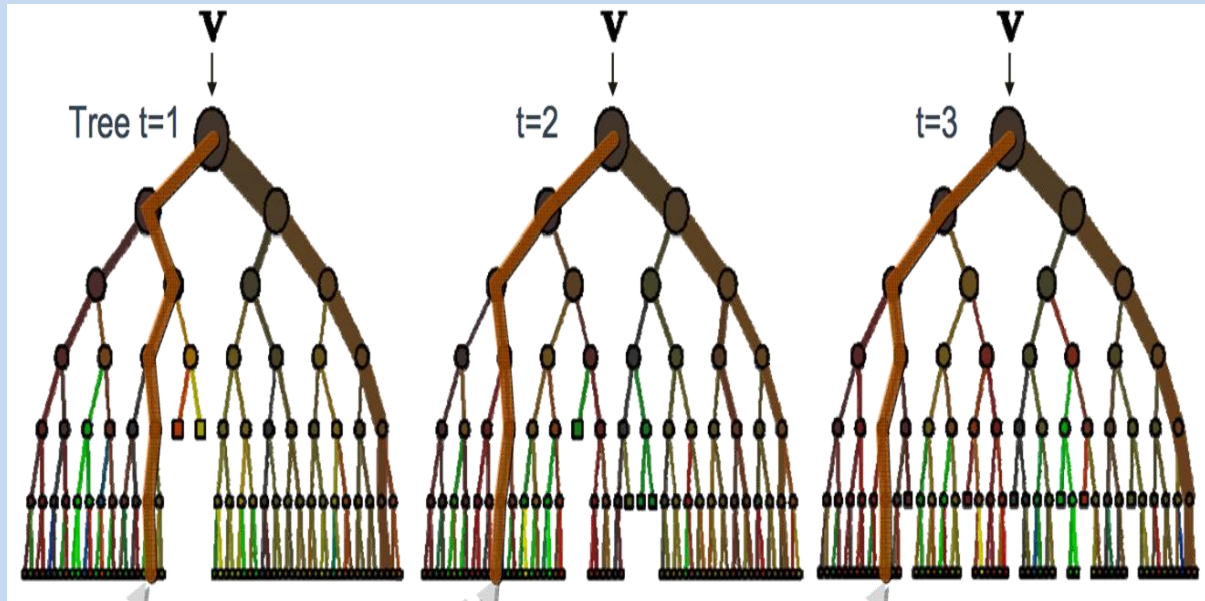
В результате воздействия сибирского шелкопряда площадь погибших лесов в 2000 г. составила около **19,2** тыс. га.

В 2017 площадь погибших насаждений увеличилась до **20,4** тыс. га



Алгоритм классификации Random forest («Случайный лес»)

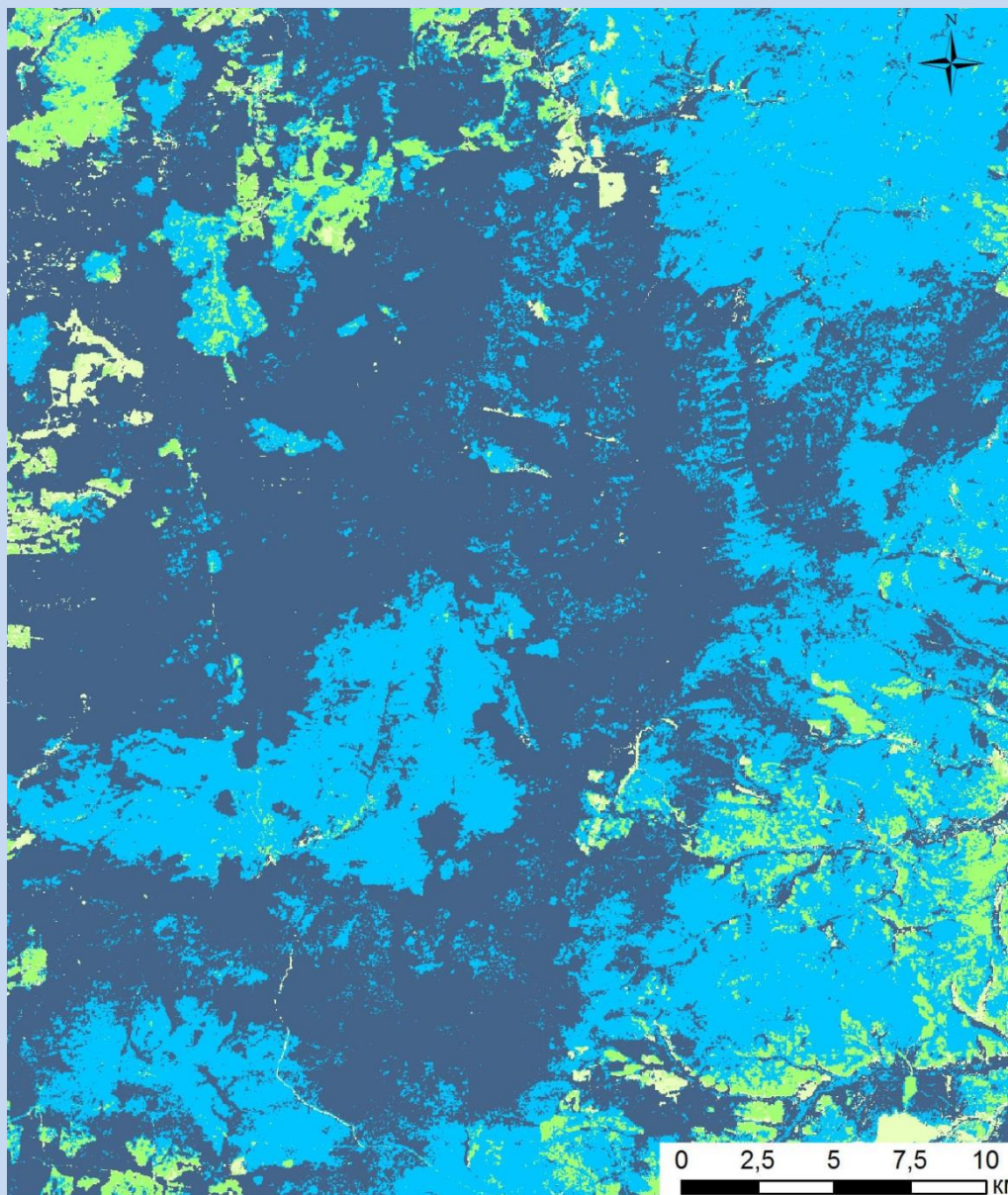
Статистический метод, предназначенный для решения задач классификации и регрессии, предложенный Лео Брейманом в 2001 г.



Основан на построении большого числа (ансамбля) деревьев решений, каждое из которых строится по выборке, получаемой из исходной обучающей выборки. При построении каждого дерева используется только фиксированное число случайно отбираемых признаков обучающей выборки.

Для классификации построено 500 деревьев по 3-м признакам (спектральным диапазонам – R, NIR, SWIR). Достоверность результатов классификации оценивалась по контрольной выборке эталонов на основе матрицы перепутывания и показателя Каппы. Классификация проведена программными средствами свободно распространяемого пакета Rstudio.

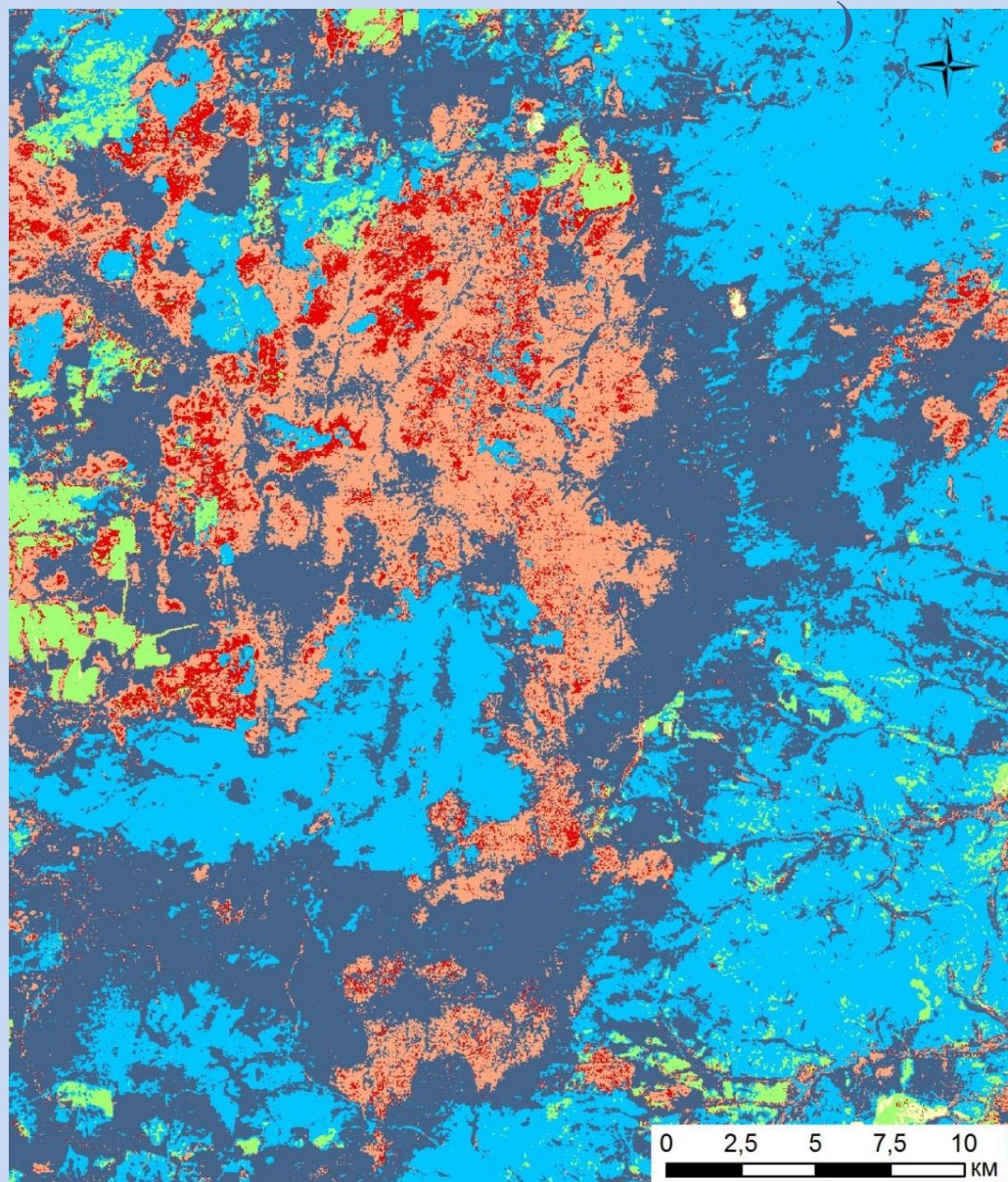
Результаты классификации данных Landsat 5 TM (16.06.1989)



- темнохвойный лес
- лиственный лес
- травяно-кустарниковая растительность
- открытая почва

Достоверность классификации оценивалась по контрольной выборке эталонов (8530) - общий показатель Каппа равен **0,98**

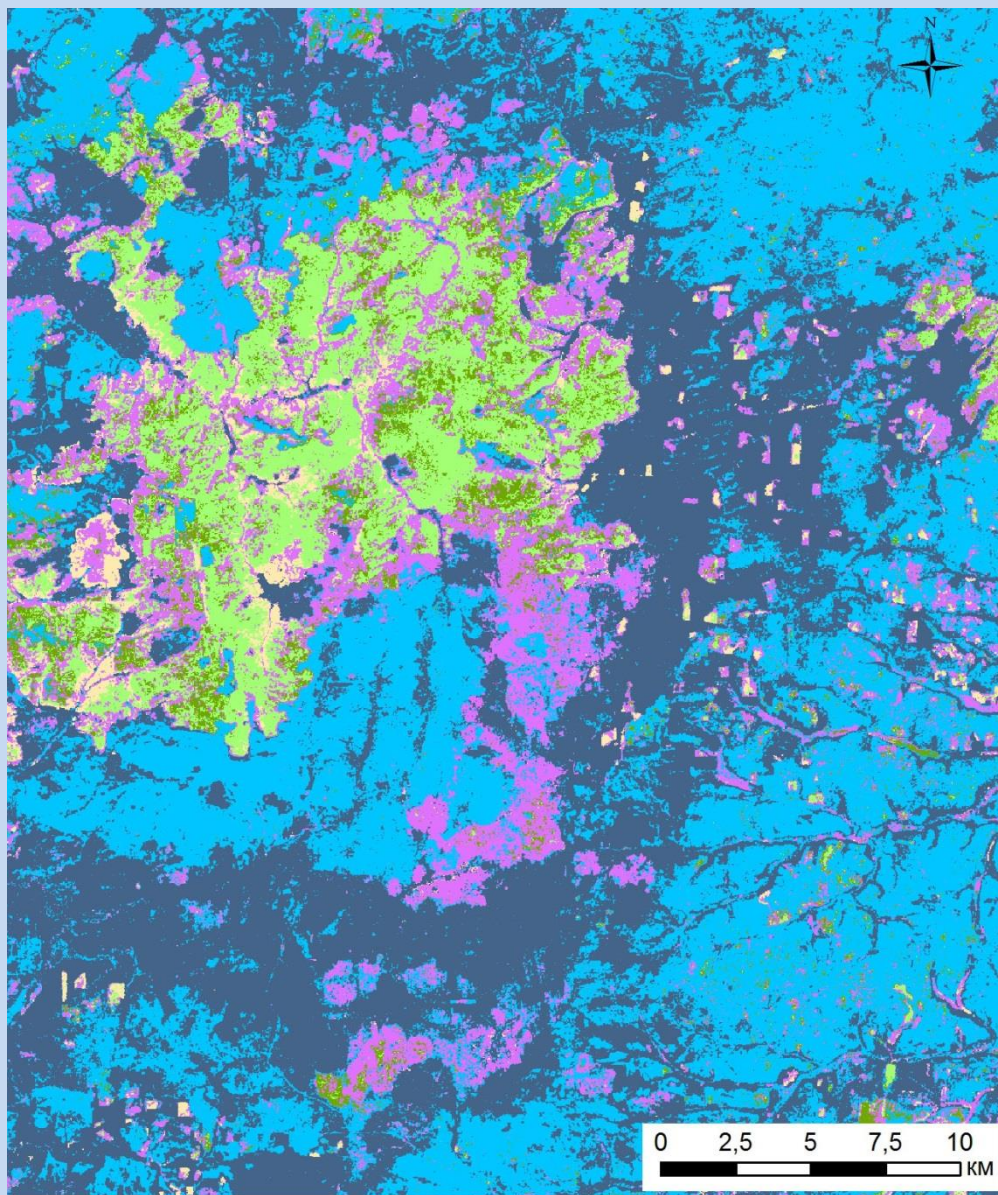
Результаты классификации данных Landsat 7 ETM+ (22.06.2000)



- темнохвойный лес
- лиственный лес
- сильно ослабленные древостои
- погибшие древостои
- травяно-кустарниковая растительность
- открытая почва

Достоверность классификации оценивалась по контрольной выборке эталонов (10020) - общий показатель Каппа равен **0,90**

Результаты классификации данных Landsat 8 OLI_TIRS (20.06.2017)



- темнохвойный лес
- лиственный лес
- хвойный подрост
- лиственный подрост
и кустарники
- травяно-кустарниковая
растительность
- открытая почва

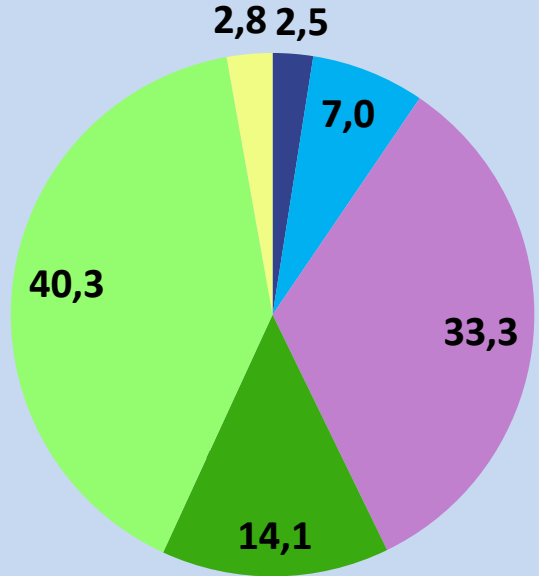
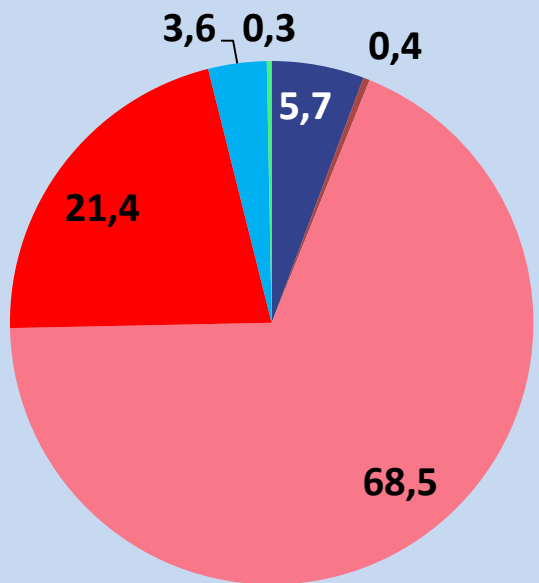
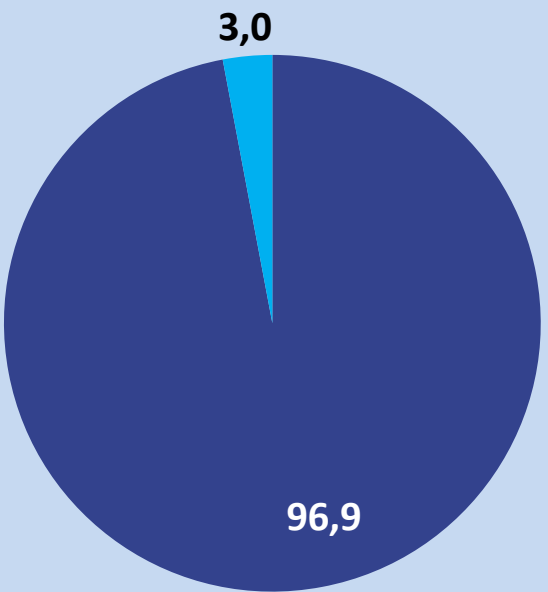
Достоверность классификации оценивалась по контрольной выборке эталонов (8200) - общий показатель Каппа равен **0,91**

Динамика лесовосстановления на территории очага повреждения сибирским шелкопрядом (в границах 2000 г.)

1989 г.

2000 г.

2017 г.



- темнохвойный лес
- лиственный лес
- сильно ослабленные древостои
- погибшие древостои

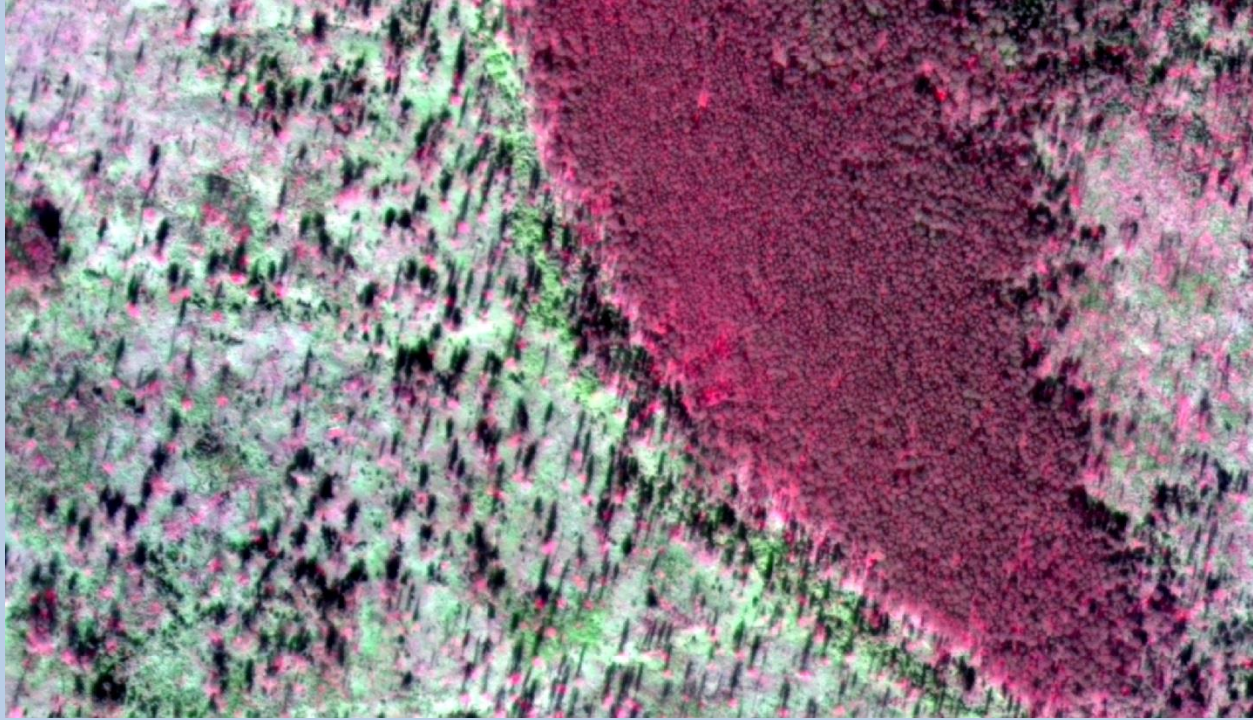
- хвойный подрост
- лиственный подрост и кустарники
- травяно-кустарниковая растительность
- открытая почва

Характеристики российской съемочной системы сверхвысокого разрешения

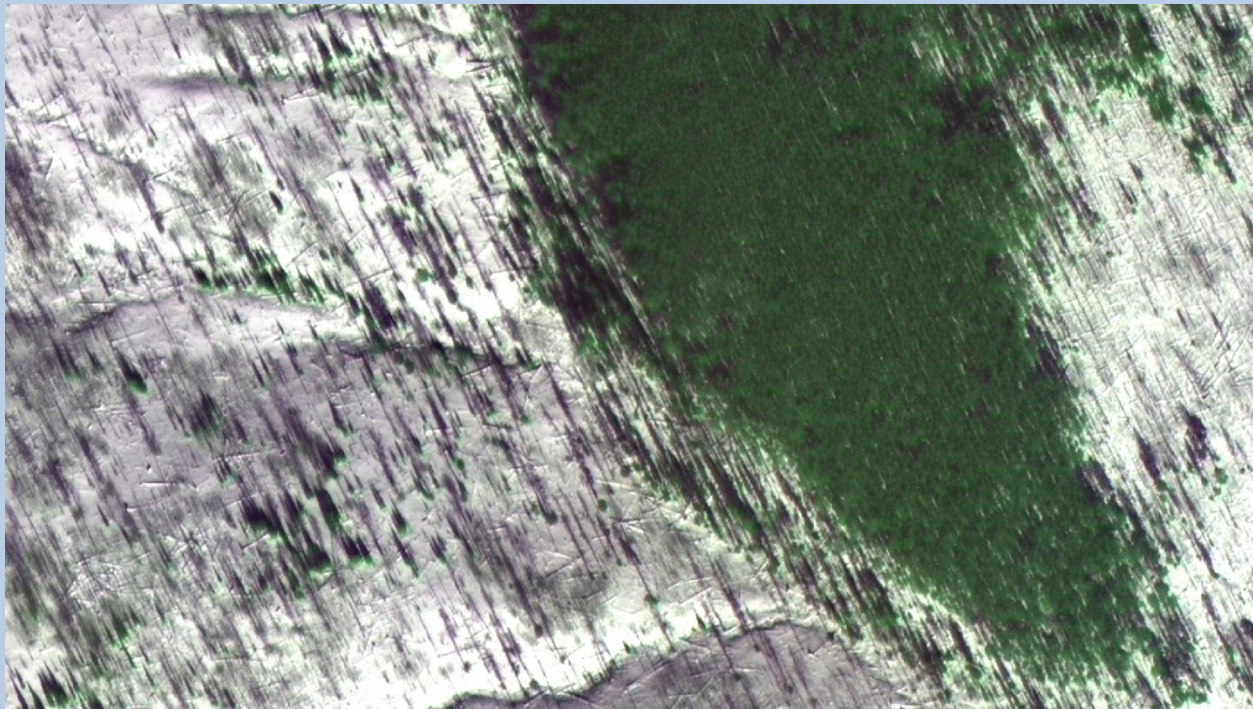
Спутник	Срок эксплуатации	Пространственное разрешение, м	Спектральный диапазон каналов, мкм	Дата съемки
Ресурс-П (Геотон-Л1)	25 июня 2013 - по н.в.	1	панхроматический: 0,54-0,84	22 июля 2015 г.
		3	зеленый: 0,53-0,59	12 марта 2018 г.
			красный: 0.63 – 0,68	
			ближний ИК: 0,78 – 0,86	

**Фрагменты снимков
для классов
«хвойный лес» и
«хвойный подрост»**

22 июля 2015 г.



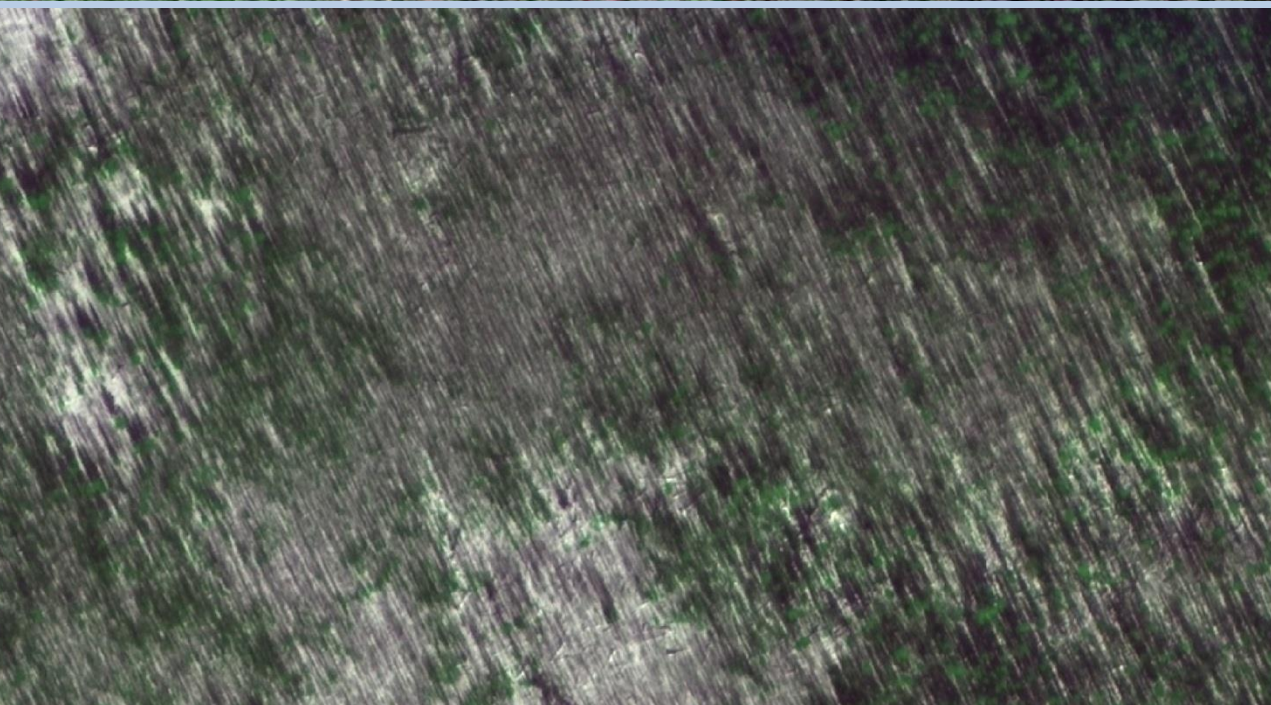
12 марта 2018 г.





**Фрагменты снимков
для класса
«лиственный лес»**

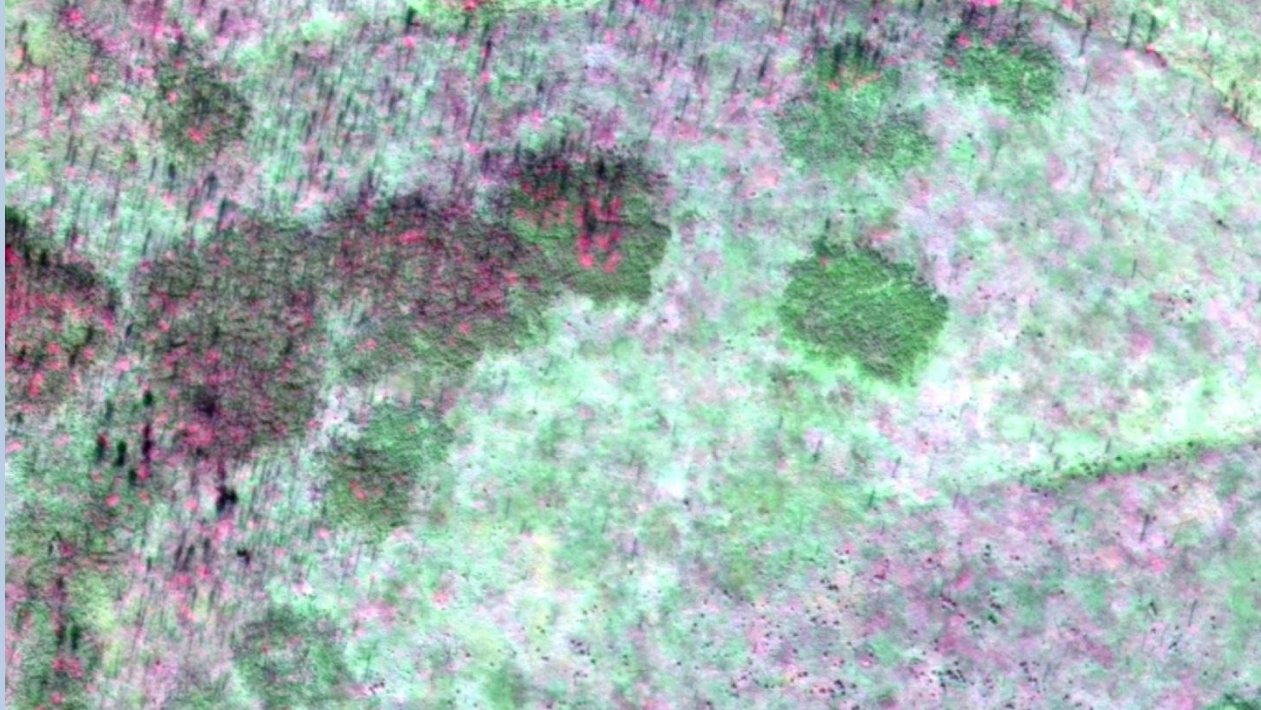
22 июля 2015 г.



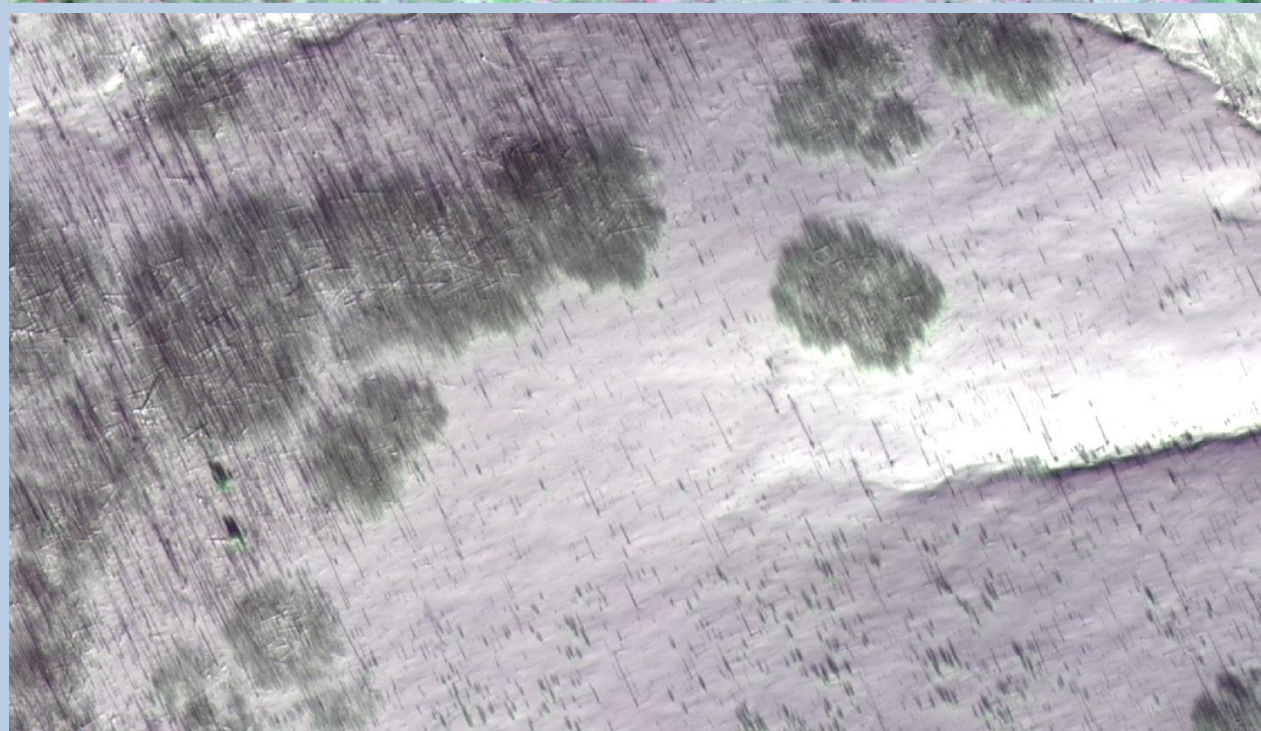
12 марта 2018 г.

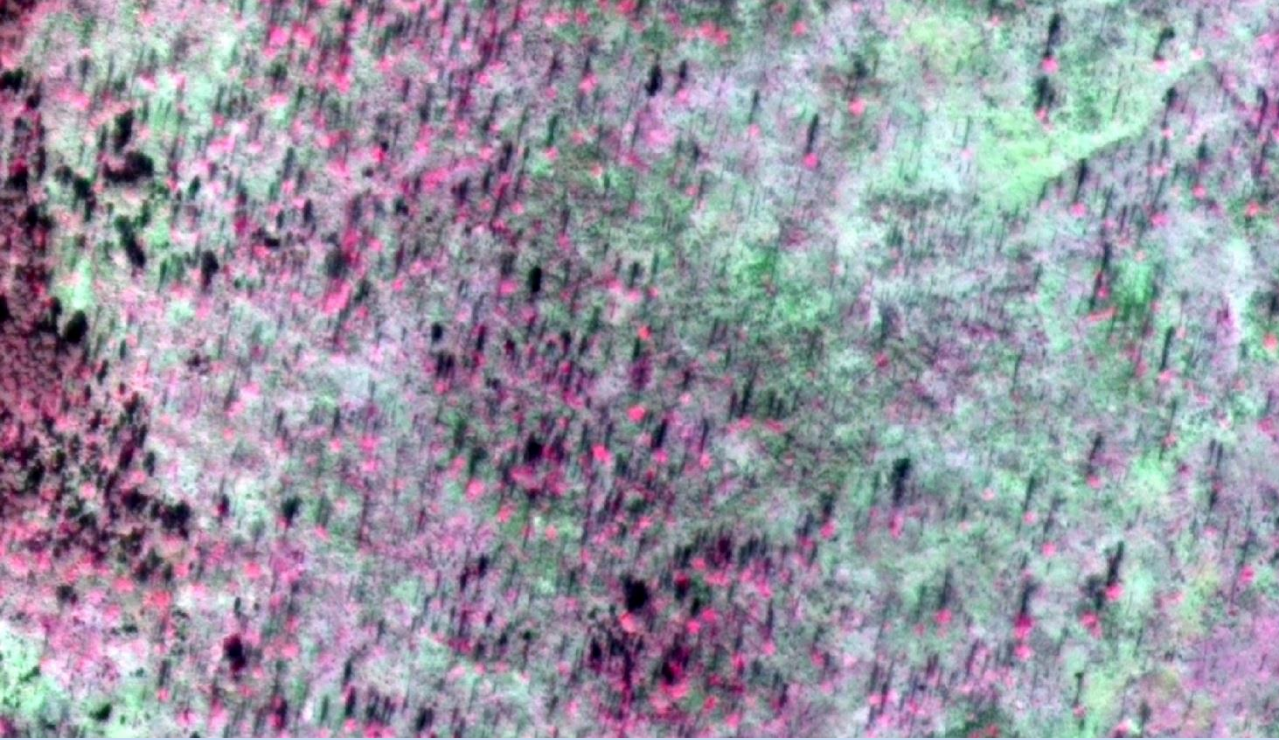
**Фрагменты снимков
для классов
«лиственный подрост и
кустарники» и
«травяно-кустарниковая
растительность»**

22 июля 2015 г.



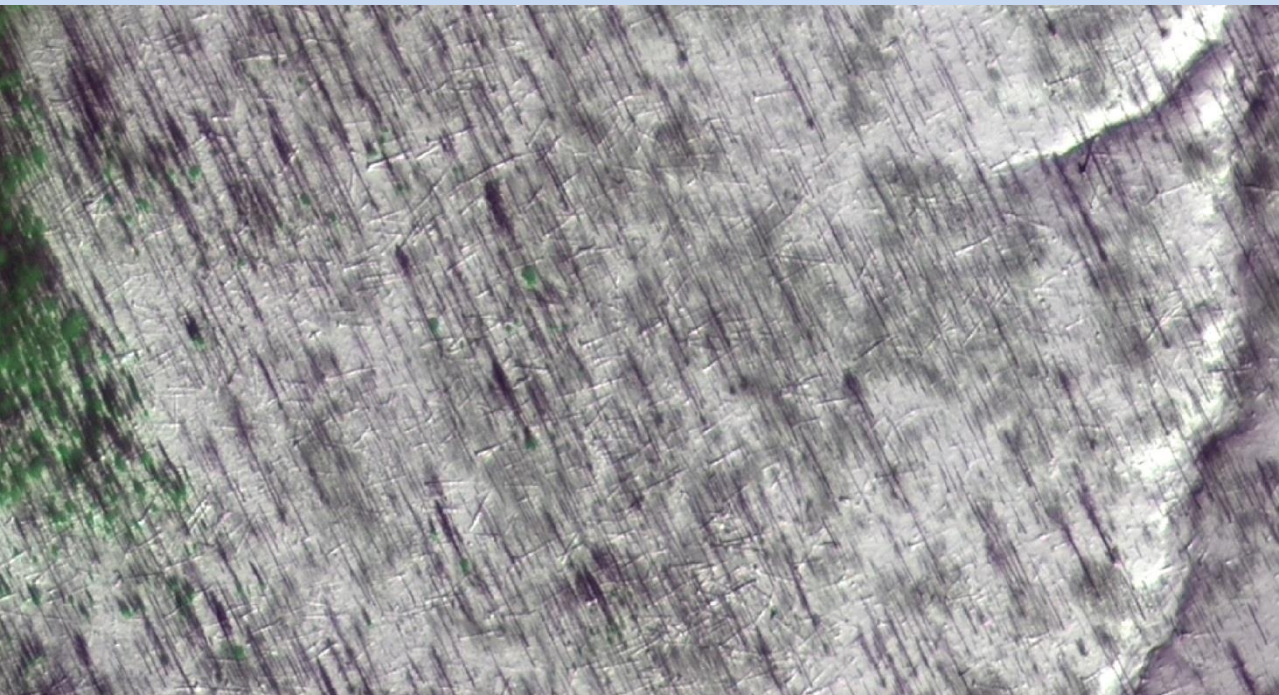
12 марта 2018 г.





**Фрагменты снимков
для класса
«ХВОЙНЫЙ ПОДРОСТ»**

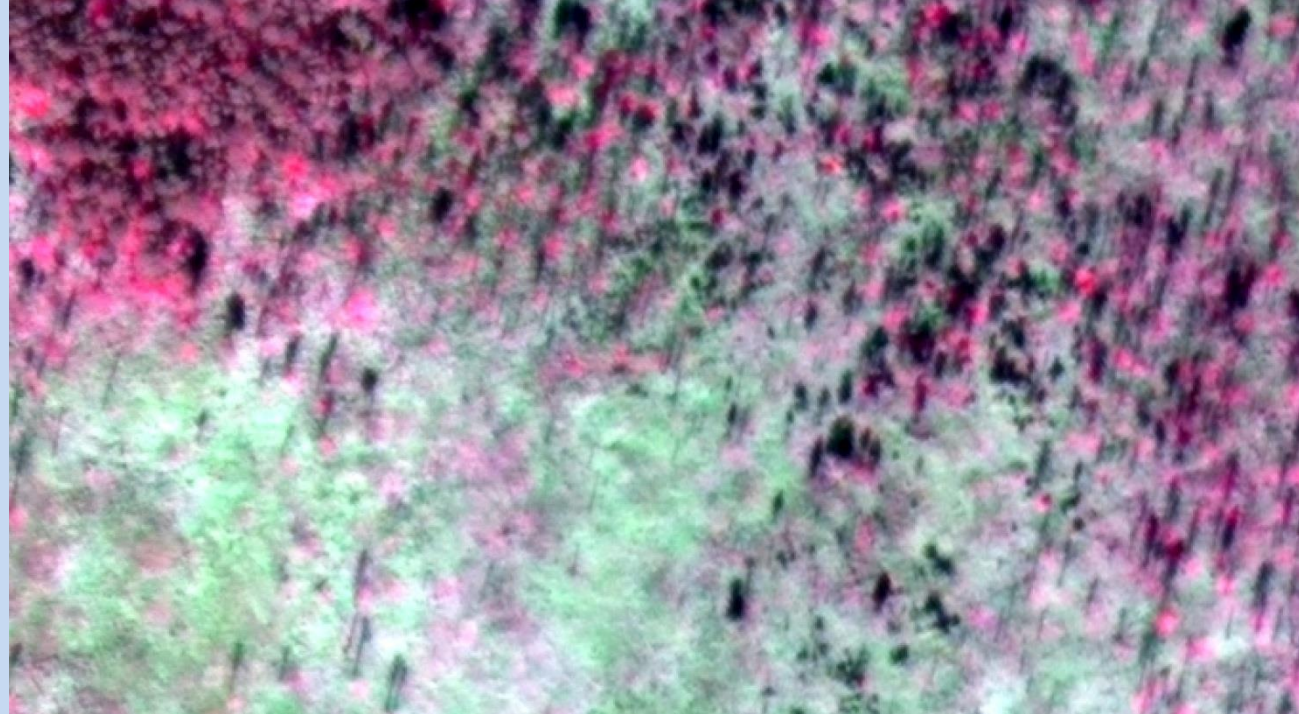
22 июля 2015 г.



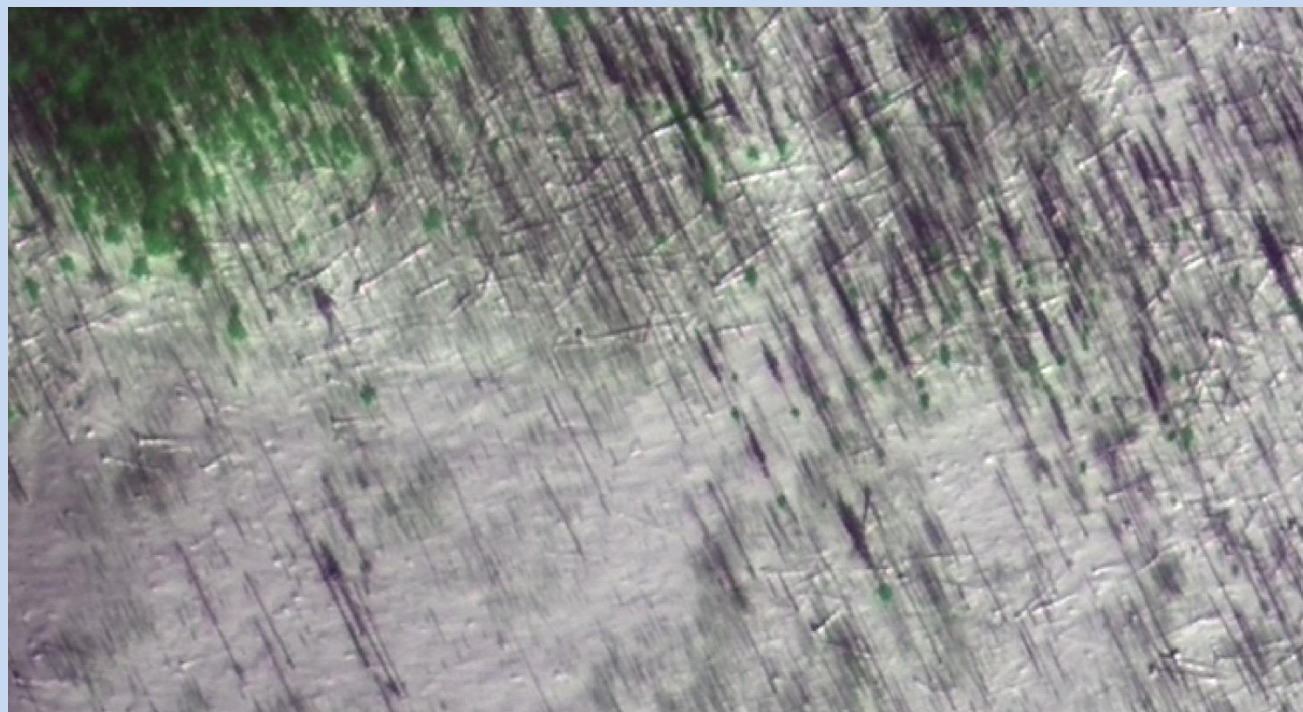
12 марта 2018 г.

**Фрагменты снимков
с изображением
валежа погибших
деревьев**

22 июля 2015 г.



12 марта 2018 г.



Выводы

1. В результате дистанционной оценки состояния темнохвойных лесов Приангарья, нарушенных вследствие воздействия сибирского шелкопряда, получены тренды индексов SWVI, характеризующие многолетние изменения растительного покрова. Для анализа повреждения информативны не только средние значения индекса, но и коэффициент вариации.
2. Через 20 лет после повреждения древостоев вредителем, лесистость территории бывшего шелкопрядника не превышает 10%, активный процесс естественного возобновления хвойным подростом происходит на трети площади (33%) в границах очага повреждения 2000 г. (в основном, не затронутого пожарами)
3. Существует высокая вероятность, обусловленная интенсивностью и частотой лесных пожаров, утраты в будущем на большей части территории бывшего шелкопрядника возможности восстановления исходных темнохвойных лесов, т.к. площадь очага повреждения достаточно большая – около 20 тыс. га.

Спасибо за внимание!

knsvetl@gmail.com



ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ЛЕСОВЕДЕНИИ, ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ЭКОЛОГИИ

ЦЭПЛ РАН
МОСКВА



16-18 апреля 2019 года будет проходить Седьмая Всероссийская (с международным участием) конференция "Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении, лесном хозяйстве и экологии", посвященная памяти выдающегося ученого-лесоведа, академика РАН А.С. Исаева.

Предварительная регистрация до 30 ноября 2018 г.

Основные обсуждаемые проблемы:

Современные и перспективные средства и методы зондирования лесного покрова.

Методы комплексной обработки данных ДЗЗ различного пространственного, спектрального и временного разрешения для изучения лесов.

Дистанционные и геоинформационные методы в оценке ресурсного потенциала, биологического разнообразия и экосистемных функций леса.

Облачные технологии хранения, обработки и представления продуктов дистанционного зондирования Земли и наземной информации о лесах.

ДЗЗ и ГИС стартапы в лесном хозяйстве и экологии.

Современные методы и технологии дистанционного обучения использования и обработки данных ДЗЗ и ГИС в интересах лесного хозяйства и экологии.

Подробная информация о конференции размещена на сайте ЦЭПЛ РАН

www.cepl.rssi.ru