

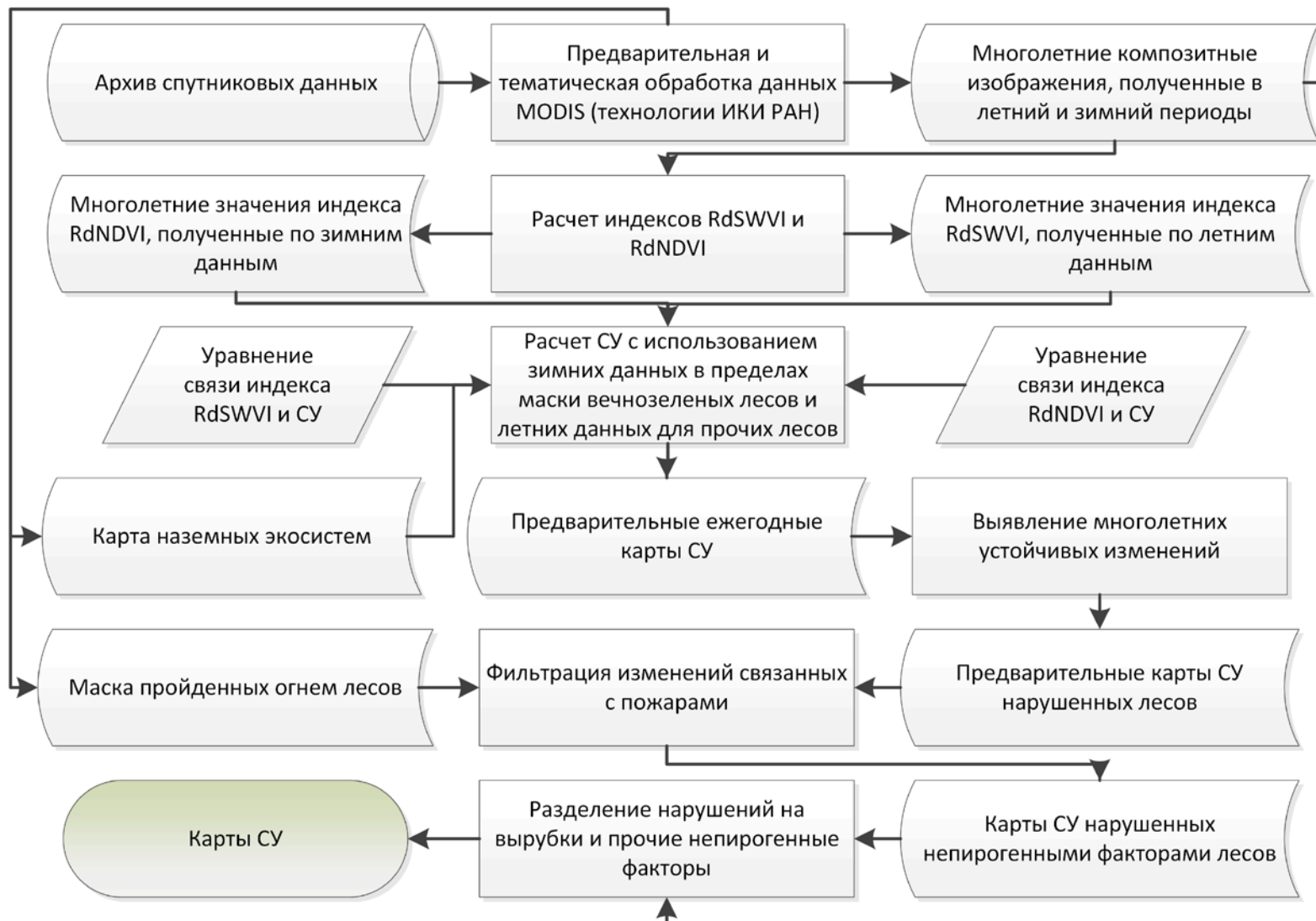


Выявление и классификация непирогенных нарушений лесов России на основе спутниковых данных

Стыценко Ф.В., Барталев С.А., Сайгин И.А.

ИКИ РАН

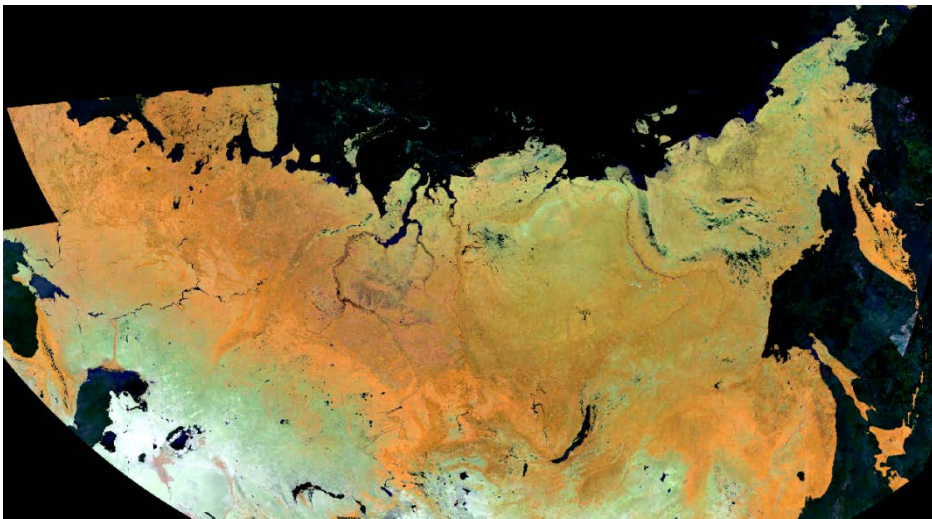
Общая схема выявления и ежегодной оценки степени усыхания нарушенных непирогенными факторами лесов



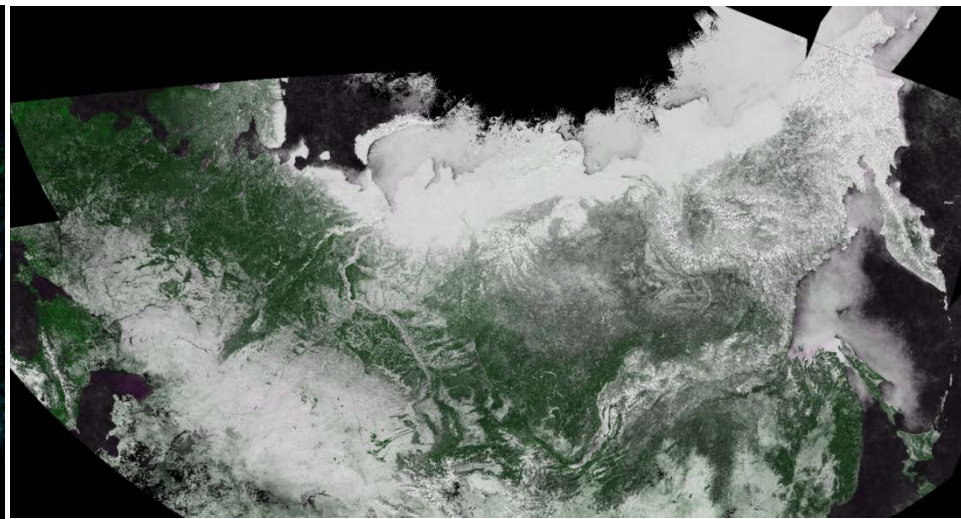
Основные шаги методики ежегодного выявления и оценки степени усыхания нарушенных непирогенными факторами лесов

1. Предварительная обработка данных MODIS
2. Расчет индексов RdSWVI и RdNDVI и расчет СУ
3. Выявление устойчивых многолетних изменений
4. Отделение участков рубки и усыханий леса
5. Построение карт лесов, нарушенных непирогенными деструктивными факторами

Используемые данные MODIS для выявления и ежегодной оценки степени усыхания нарушенных непирогенными факторами лесов на основе спутниковых данных ДЗЗ



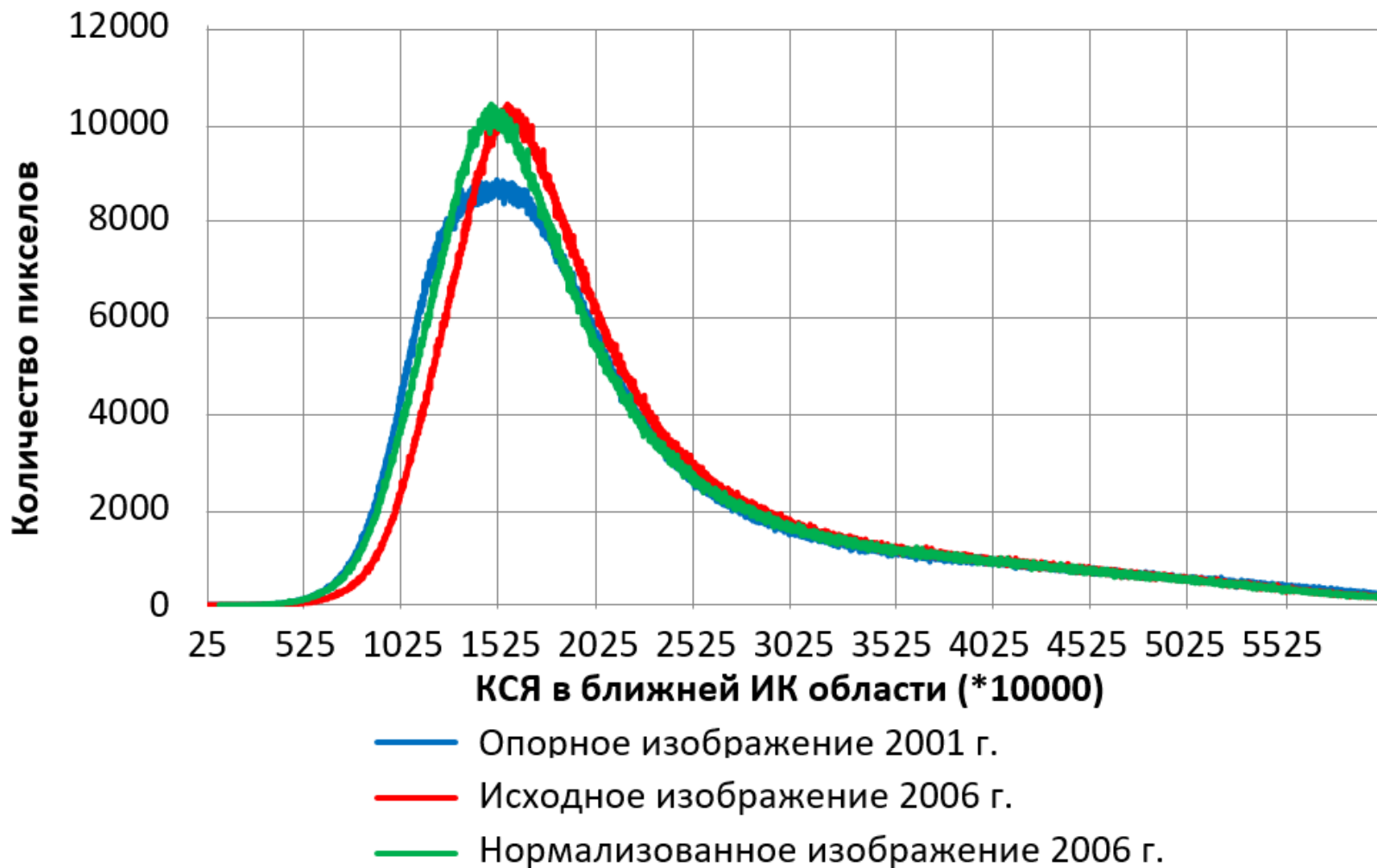
а)



б)

Композитные изображения, полученные по данным MODIS для территории России за 2001 год: а) Летнее изображение (RGB= NIR; SWIR; Red) б) зимнее изображение (RGB = Red;Red;NIR)

Взаимная радиометрическая нормализация композитных изображений



Гистограммы КСЯ в ближней ИК области спектра (*10000) для зимнего композитного изображения за 2006 год до и после радиометрической нормализации

Расчет индексов RdSWVI и RdNDVI и СУ

$$RdSWVI = \frac{SWVI_{pre} - SWVI_{post}}{\sqrt{SWVI_{pre} + 1}} \quad SWVI = \frac{R_{NIR} - R_{SWIR}}{R_{NIR} + R_{SWIR}}$$

$SWVI_{pre}$ – среднее многолетнее значение вегетационного индекса SWVI в пикселе до воздействия пожара

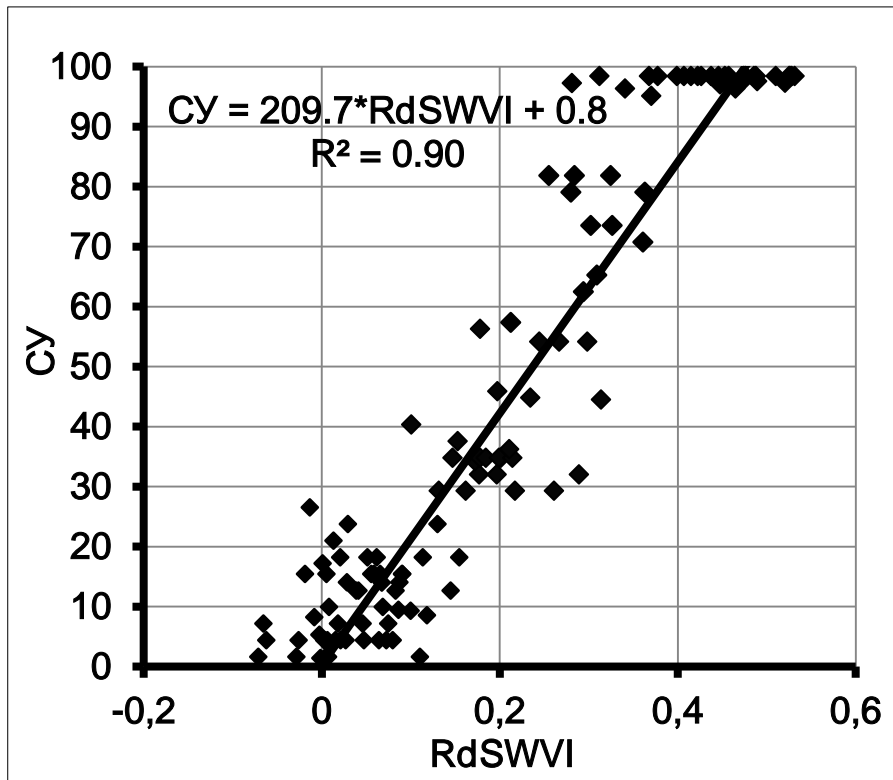
$SWVI_{post}$ – значение вегетационного индекса в пикселе после воздействия пожара.

где R_{NIR} и R_{SWIR} – отражательная способность в ближнем (0.8 мкм) и среднем (1.6 мкм) ИК диапазонах спектра соответственно

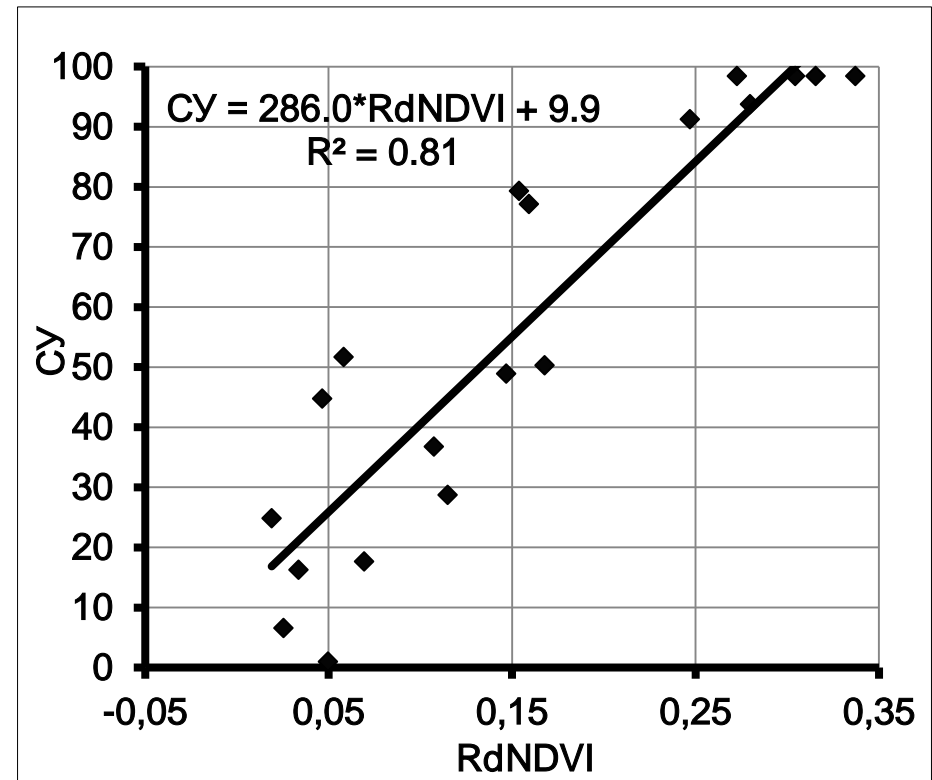
$$RdNDVI = \frac{NDVI_{pre} - NDVI_{post}}{\sqrt{NDVI_{pre} + 1}} \quad NDVI = \frac{R_{NIR} - R_{Red}}{R_{NIR} + R_{Red}}$$

$NDVI_{pre}$ – значение вегетационного индекса NDVI в пикселе до изменения $NDVI_{post}$ – значение вегетационного индекса в пикселе после воздействия негативных факторов

R_{nir} и R_{red} – значения коэффициента отражения в ближнем ИК и красном диапазонах спектра соответственно



а)

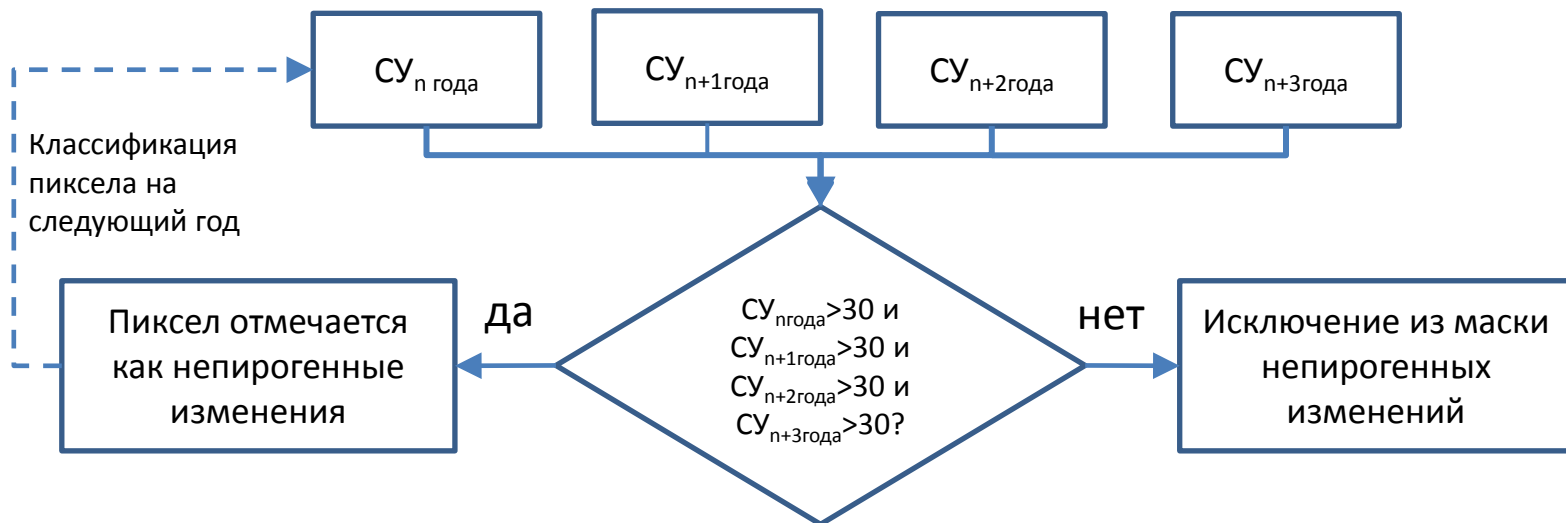


б)

Уравнение связи между показателем СКС и вегетационными индексами RdNDVI и RdSWVI в зимний* (а) и летний (б) периоды (*для хвойных вечнозеленых лесов)

Выявление устойчивых многолетних изменений

Для фильтрации случайных изменений отражательных свойств земного покрова, которые могут быть связаны как с шумами временных рядов композитных изображений, так и с природными факторами, такими как различия во влажности снежного покрова, засухи в отдельные годы, аномальные осадки и др., выявленные изменения проверяются на устойчивость и в дальнейшем рассмотрении оставляются только участки детектируемые на протяжении как минимум трех последующих лет. При этом в качестве времени появления нарушения в лесах присваивается год первого детектирования, а в качестве базовой оценки СУ принимается значение, полученное в этот же год.

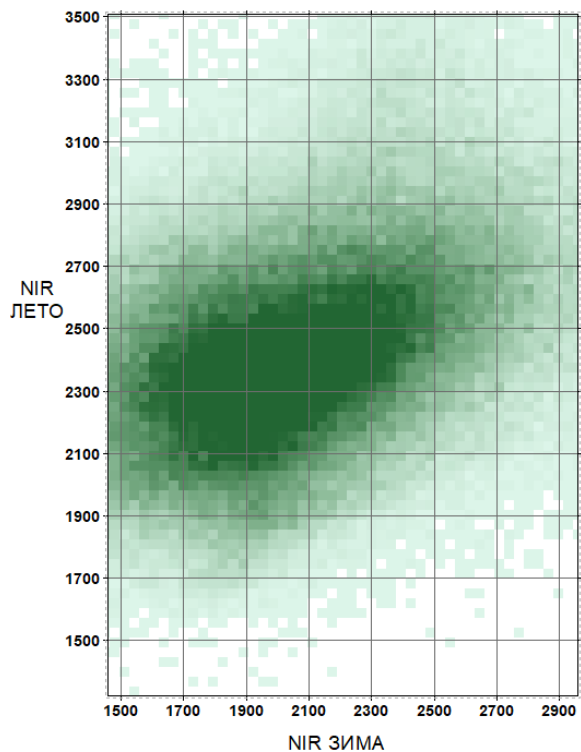


Отделение участков рубки и усыхания леса

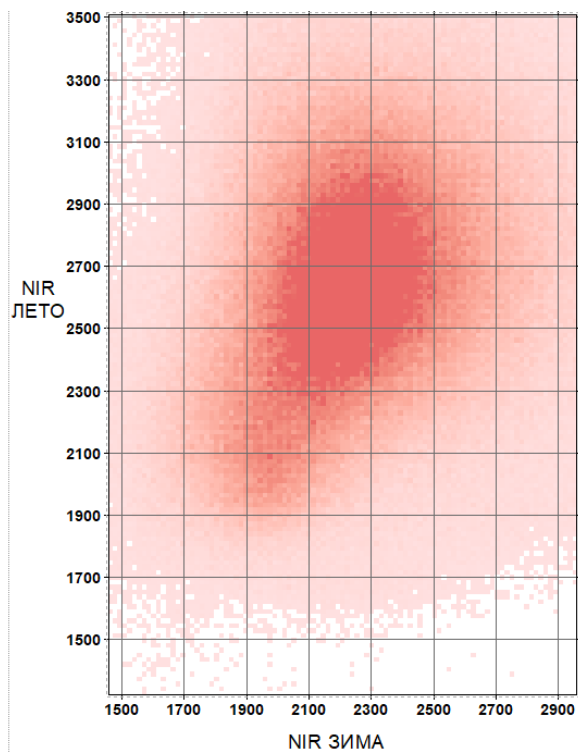
Разделение выявленных деструктивных изменений на вырубку и участки повреждений лесов прочими непирогенными факторами с использованием следующей разделяющей плоскости в пространстве признаков:

$$5.56 * Red_3 + 2.38 * NIR_3 + 2.0 * NIR_L - 1 = 0$$

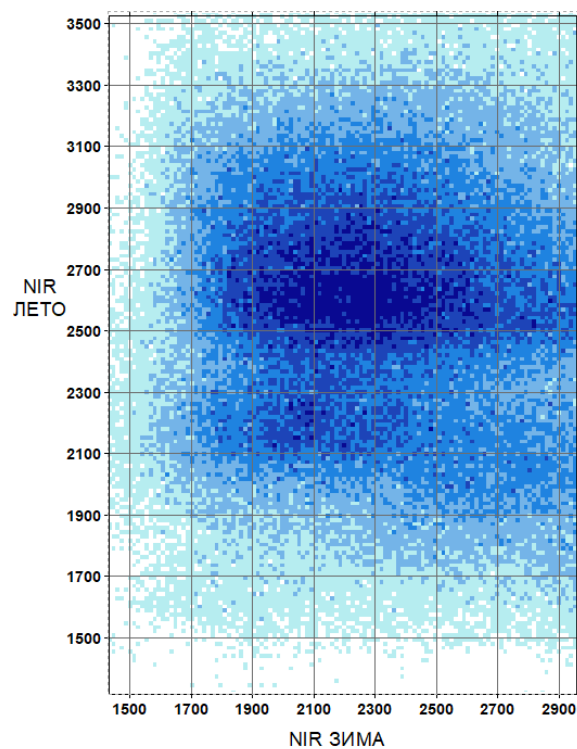
Red_3 и NIR_3 - отражательная способность в зимний период в красном и ближнем ИК диапазонах спектра
 NIR_L - отражательная способность в ближнем ИК диапазоне, полученная в летний период



а)



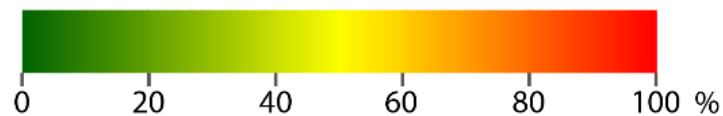
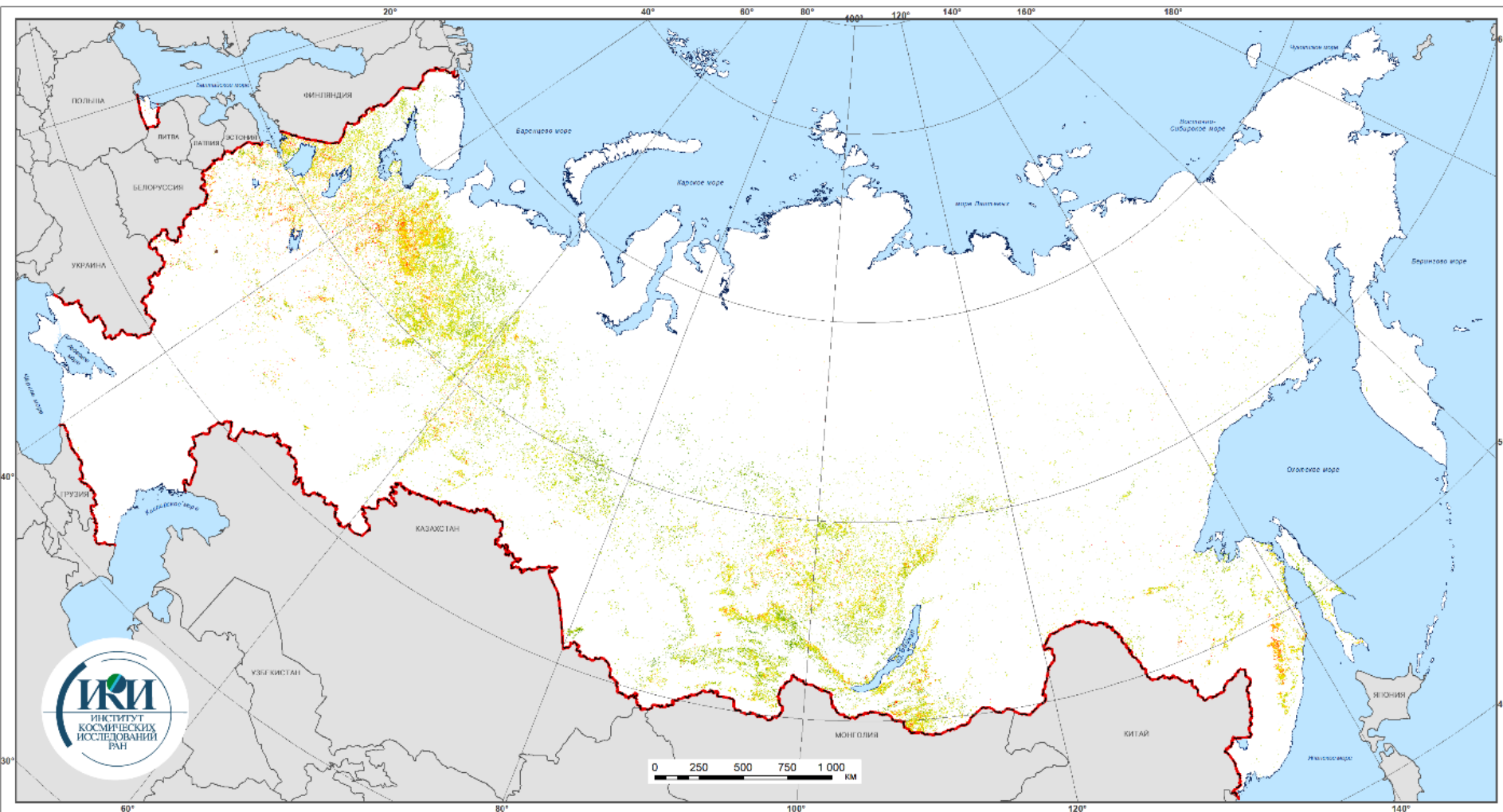
б)



в)

Двухмерная гистограмма непирогенных изменений в среднем ИК канале по летним и зимним данным а) транспортно недоступный лес, б) транспортно доступный лес, в) вырубки

Карта лесов, нарушенных непирогенными деструктивными факторами в период 2002-2022 гг.



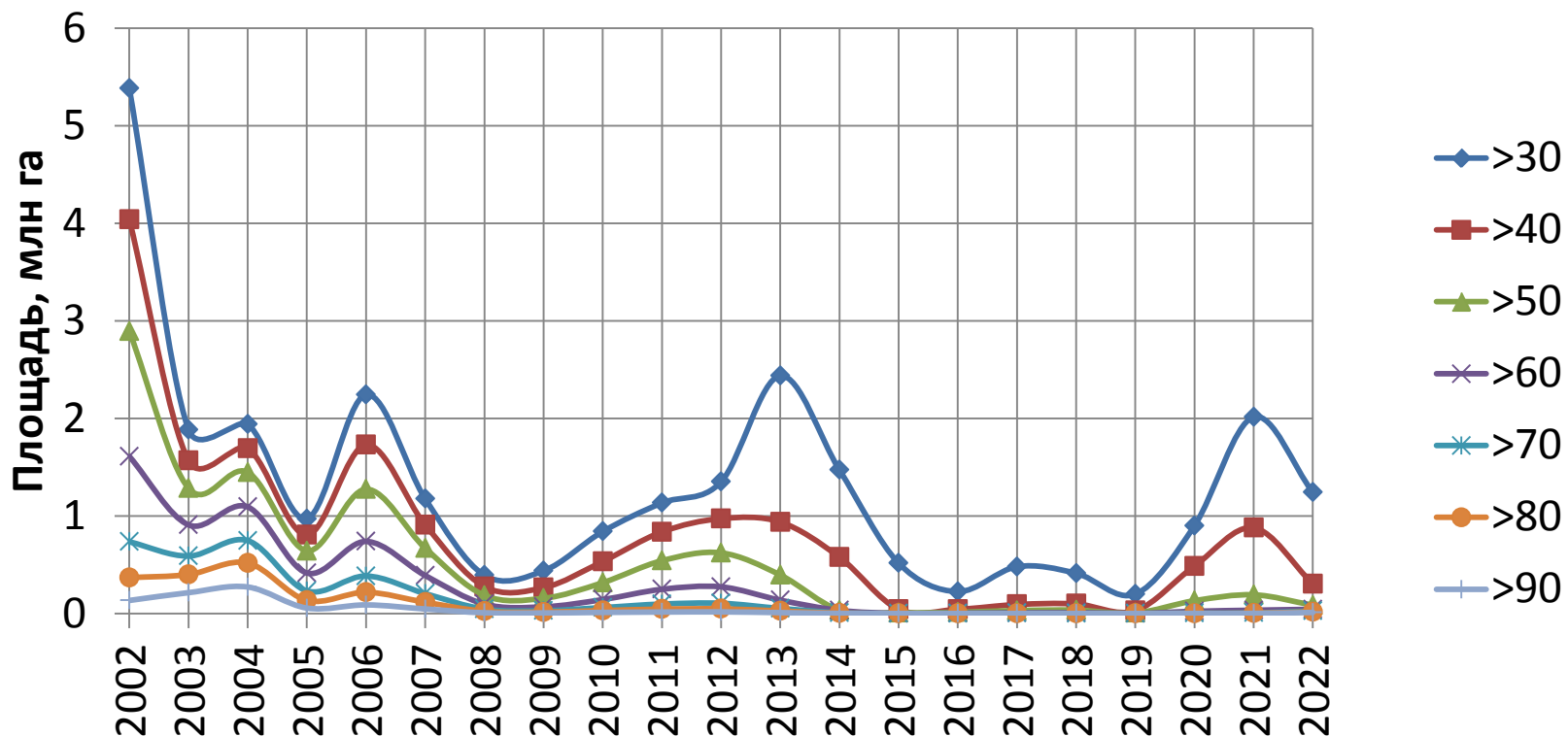
Результаты оценки степени усыхания нарушенных пожарами лесов России



Распределение площади поврежденных непирогенными факторами лесов за период 2006-2022 гг

Среднегодовое распределение площади поврежденных непирогенными факторами лесов по степени их усыхания за период 2002-2022 гг

Результаты оценки степени усыхания нарушенных пожарами лесов России



Распределение суммарной площади нарушенных непирогенными деструктивными факторами лесов России за 2002-2022 гг со степенью усыхания больше заданного порога

Заключение

- Разработана методика выявления и ежегодной оценки степени усыхания нарушенных воздействием непирогенных деструктивных факторов лесов
- Применение методики позволило построить временной ряд геоинформационных продуктов, отражающих степень усыхания нарушенных непирогенными деструктивными факторами лесов за период 2001-2022 гг
- Результаты работы методики являются важным компонентом, необходимым для оценки пулов углерода и потоков парниковых газов углерода в нарушенных лесах России

Работа выполнена в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения «Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учета данных о потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах» (рег. № 123030300031-6).