

Возможности мониторинга вырубок лесов с использованием многолетних данных спутниковых наблюдений среднего пространственного разрешения

Егоров В.А., Барталев С.А., Стыценко Ф.В.



Институт космических
исследований РАН

Данные Terra-MODIS



Исходные данные:

MOD09GHK – 1,2 каналы 250м

MOD09GQK – 1-7 каналы 500м

MODMGGAD – углы наблюдений, 1км

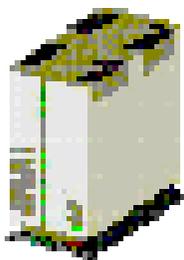
MOD09GST – дополнительные данные, 1км

Еженедельные продукты:

TM_SIN_DCweekly250 – 1,2 каналы, 250м

TM_SIN_DCweekly500 – 1-7 каналы, 500м

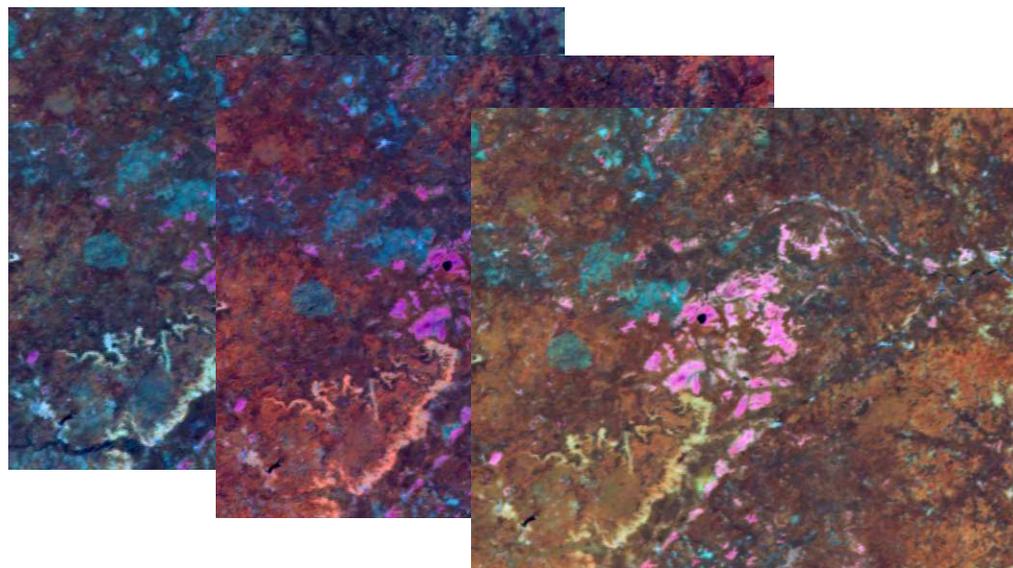
TM_SIN_DS1000 – углы наблюдений, 1км



Выбор наблюдений:

зенитный угол наблюдения $< 40^{\circ}$

зенитный угол Солнца $< 80^{\circ}$



Предварительная обработка данных MODIS

- Классификация снега и облачности, на основе спектральных свойств

$$R_{\text{blue}} \quad (0.44 - 0.48 \text{ мкм})$$

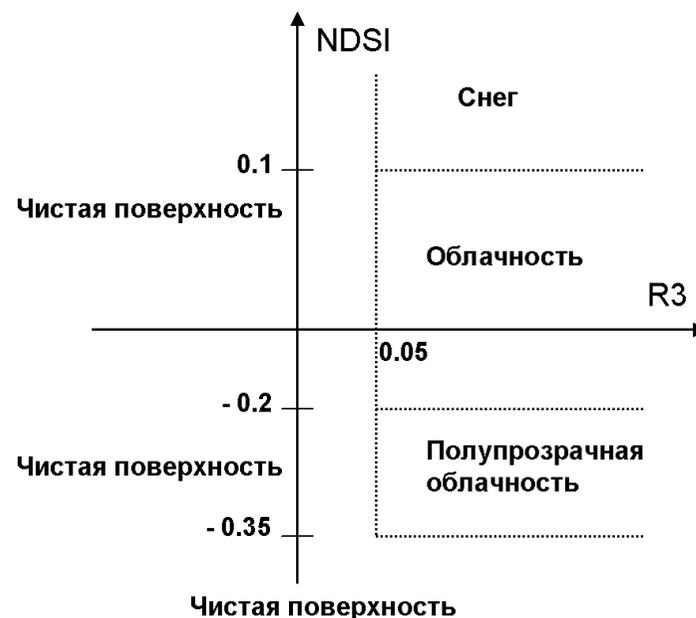
$$R_{\text{swir}} \quad (1.63 - 1.65 \text{ мкм})$$

- Маскирование теней от облаков на основе данных об углах наблюдений

- Анализ маскирования теней на основе пространственных и временных наблюдений

$$\text{NDSI} = (R_{\text{blue}} - R_{\text{swir}}) / (R_{\text{blue}} + R_{\text{swir}})$$

Классификация снега и облачности:



Снег:

$$R_{\text{blue}} > 0.05; \text{NDSI} > 0.1$$

Облачность:

$$R_{\text{blue}} > 0.05; -0.2 < \text{NDSI} < 0.1$$

Полупрозрачная облачность:

$$R_{\text{blue}} > 0.05; -0.35 < \text{NDSI} < -0.2$$

Анализ и маскирование теней

Маскирование теней на основе геометрической модели



$$\overline{AB} = H \begin{pmatrix} \cos \psi \tan \theta - \cos \beta \tan \delta, \\ \sin \psi \tan \theta - \sin \beta \tan \delta \end{pmatrix}$$

H – максимальная высота облака (12 км)

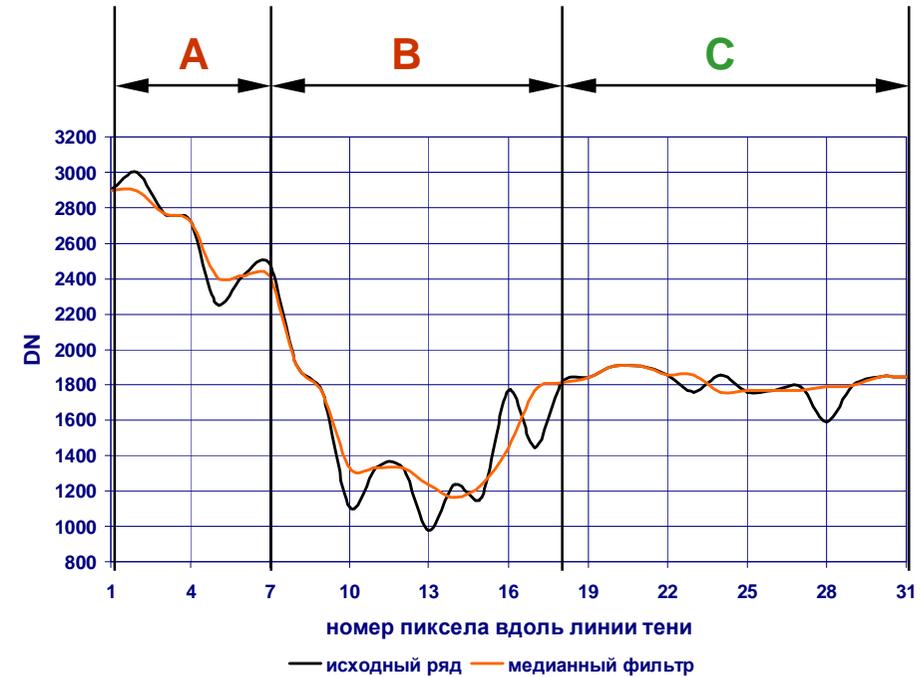
ψ – азимутальный угол наблюдения

θ – зенитный угол наблюдения

β – азимутальный угол солнца

δ – зенитный угол солнца

Анализ геометрической линии тени



A – остаточная облачность в линии тени

B – реальная тень в линии тени

C – чистая поверхность в линии тени

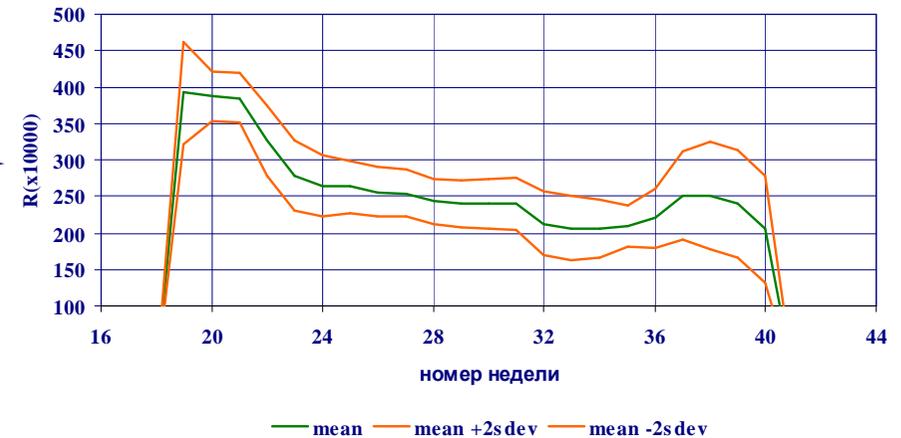
A+B+C – геометрическая линия тени

Внутригодовая изменчивость яркости

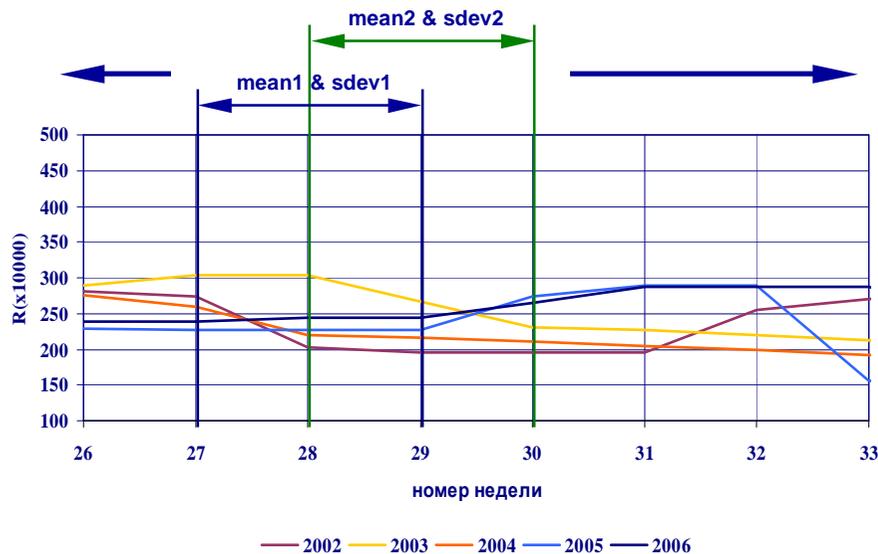
многолетний ряд наблюдений (КРАСНЫЙ канал)



внутригодовая изменчивость (КРАСНЫЙ канал)



Расчет среднего значения и стандартного отклонения

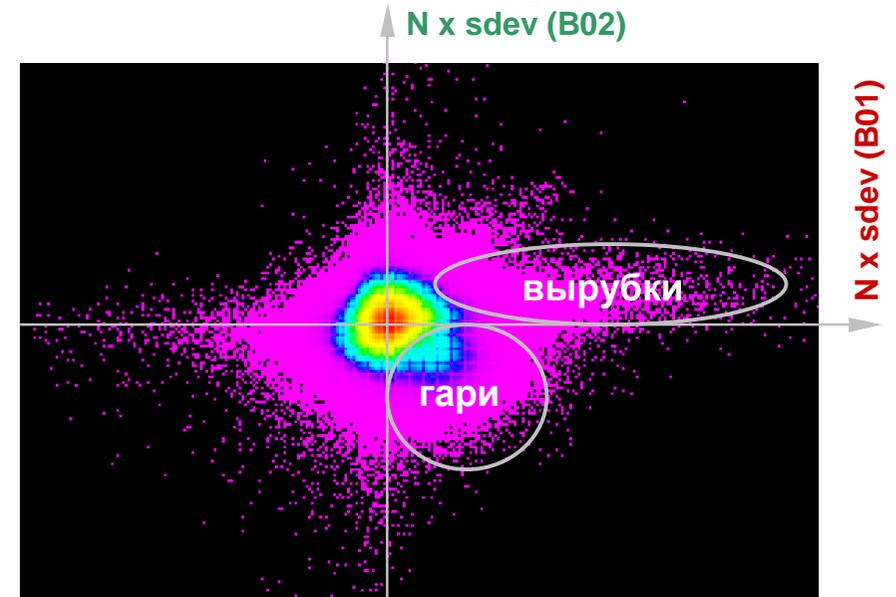
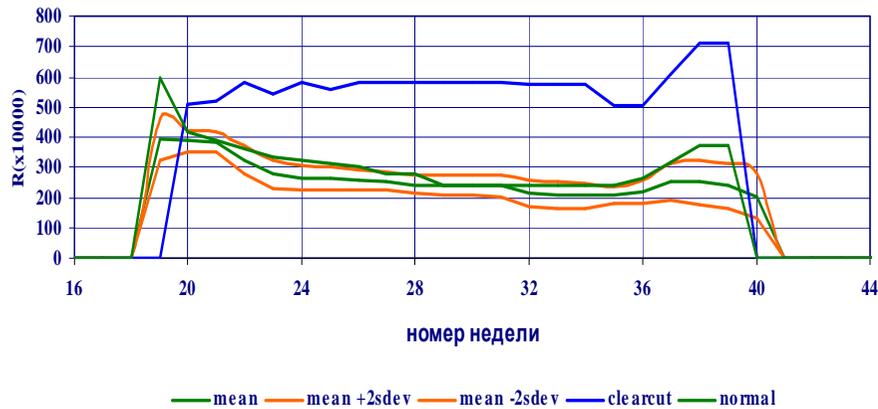


Метод

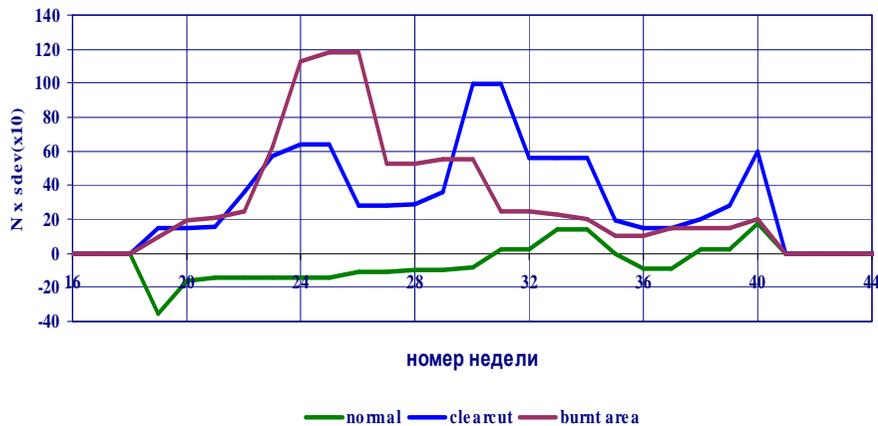
1. Предварительная обработка и построение композитных изображений
2. Анализ многолетней серии изображений красного и ближнего ИК каналов.
3. Сравнение рассматриваемого года с внутригодовой изменчивостью яркости
4. Классификация выявленных изменений текущего года

Сравнение рассматриваемого года с внутригодовой изменчивостью яркости

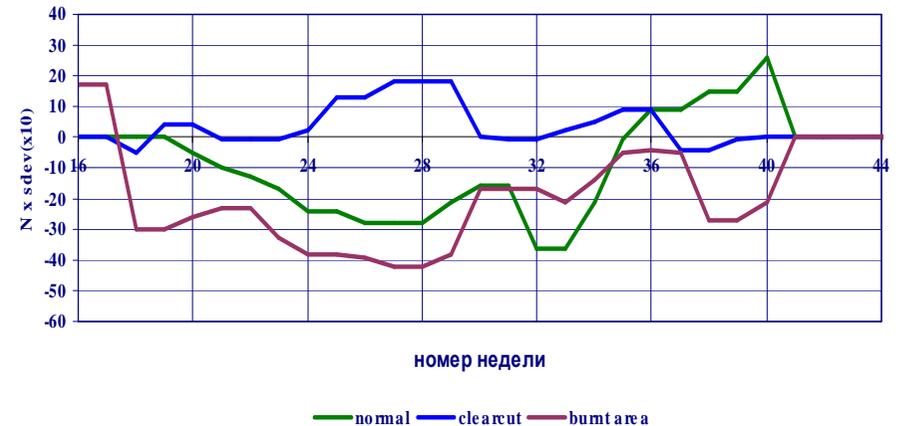
поведение яркости вырубки (зима 2006-2007)



поведение яркости изменений (КРАСНЫЙ канал)

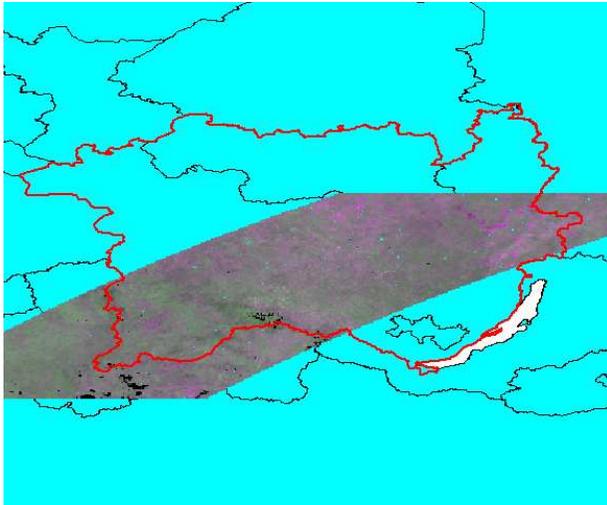


поведение яркости изменений (Ближний ИК канал)

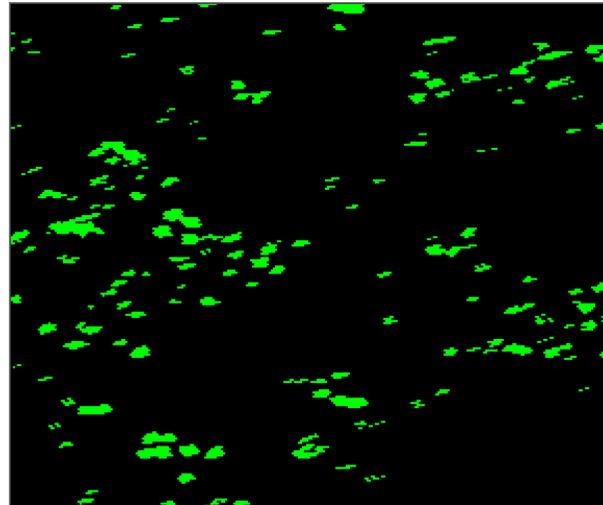


Мониторинг вырубок

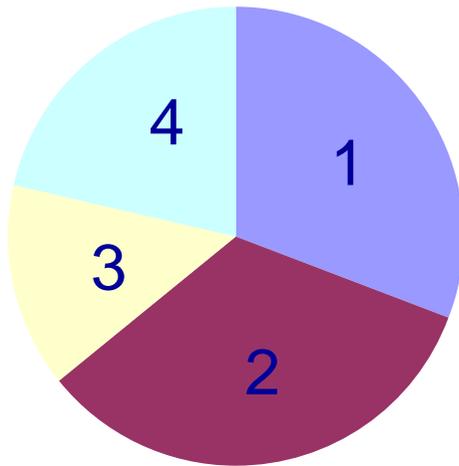
Область интереса



Изображение рубок (2006-2007)

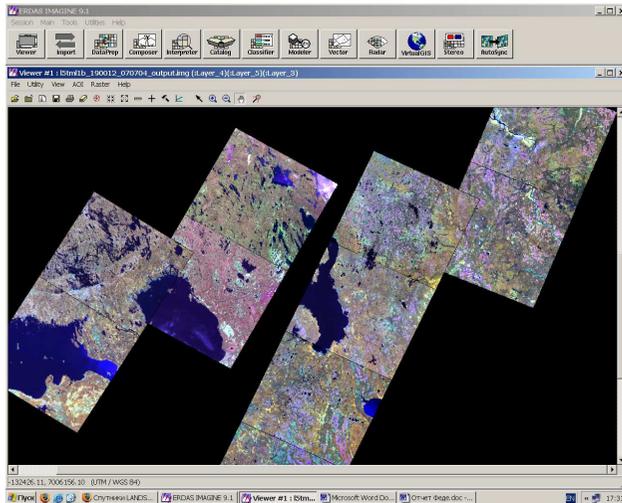


Карта наземных экосистем 2005

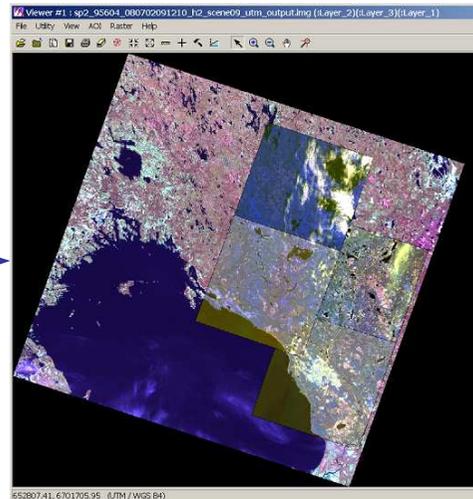


| N | Тип леса | (га x 1000) |
|-------|---------------|-------------|
| 1 | Темнохвойный | 80,5 |
| 2 | Светлохвойный | 87,1 |
| 3 | Лиственничный | 37,5 |
| 4 | Смешанный | 56,0 |
| Всего | | 261,2 |

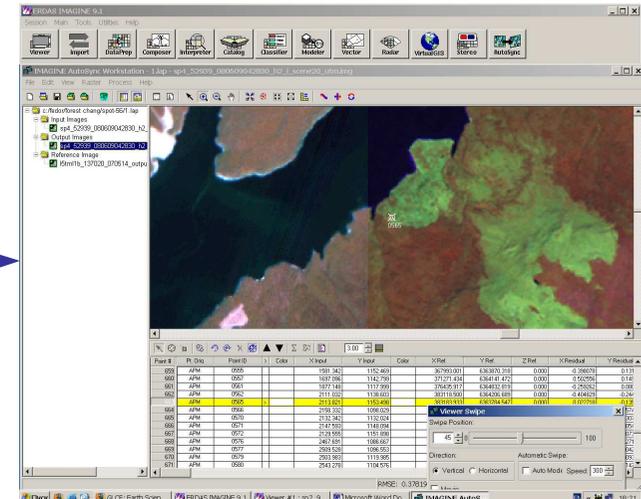
Верификация результатов



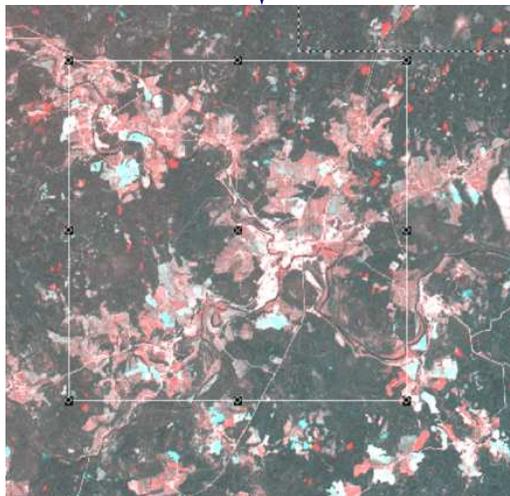
Данные Landsat 5, 2007 год



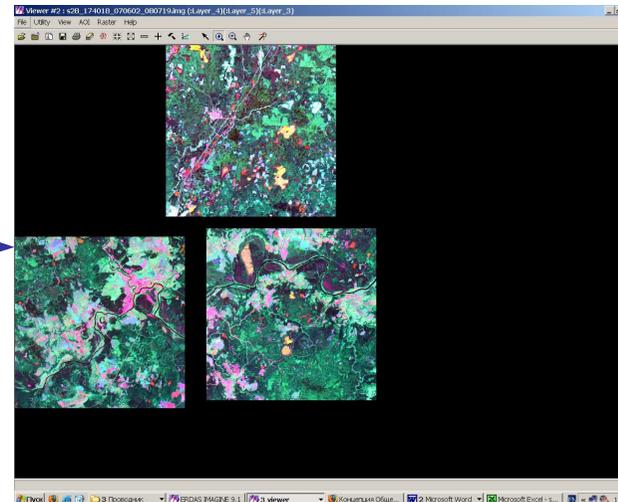
Данные SPOT 2/4, 2008 год



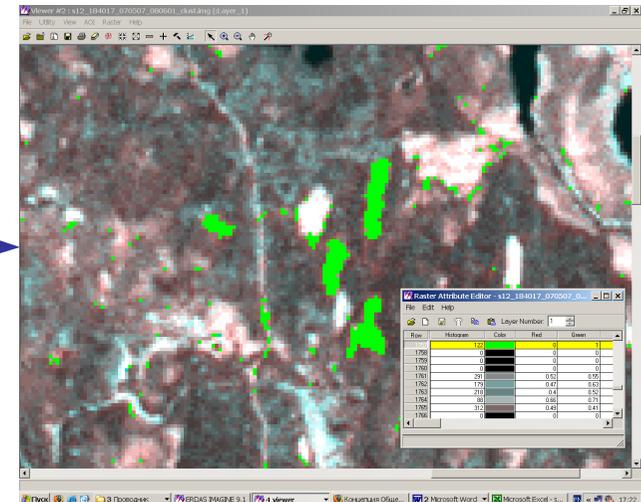
Привязка данных



Выбор участков



Подготовка к классификации



Классификация и поиск изменений

Выводы и дальнейшее развитие

- 1. Улучшение качества исходных недельных композитных продуктов;**
- 2. Получение информации о вырубках на всей территории России;**
- 3. Проведение масштабной верификации на основе данных высокого пространственного разрешения, оценка точности и чувствительности метода;**
- 4. Анализ возможностей выявления иных изменений в лесах (пожары, насекомые);**
- 5. Построение автоматической системы выявления изменений в лесах.**