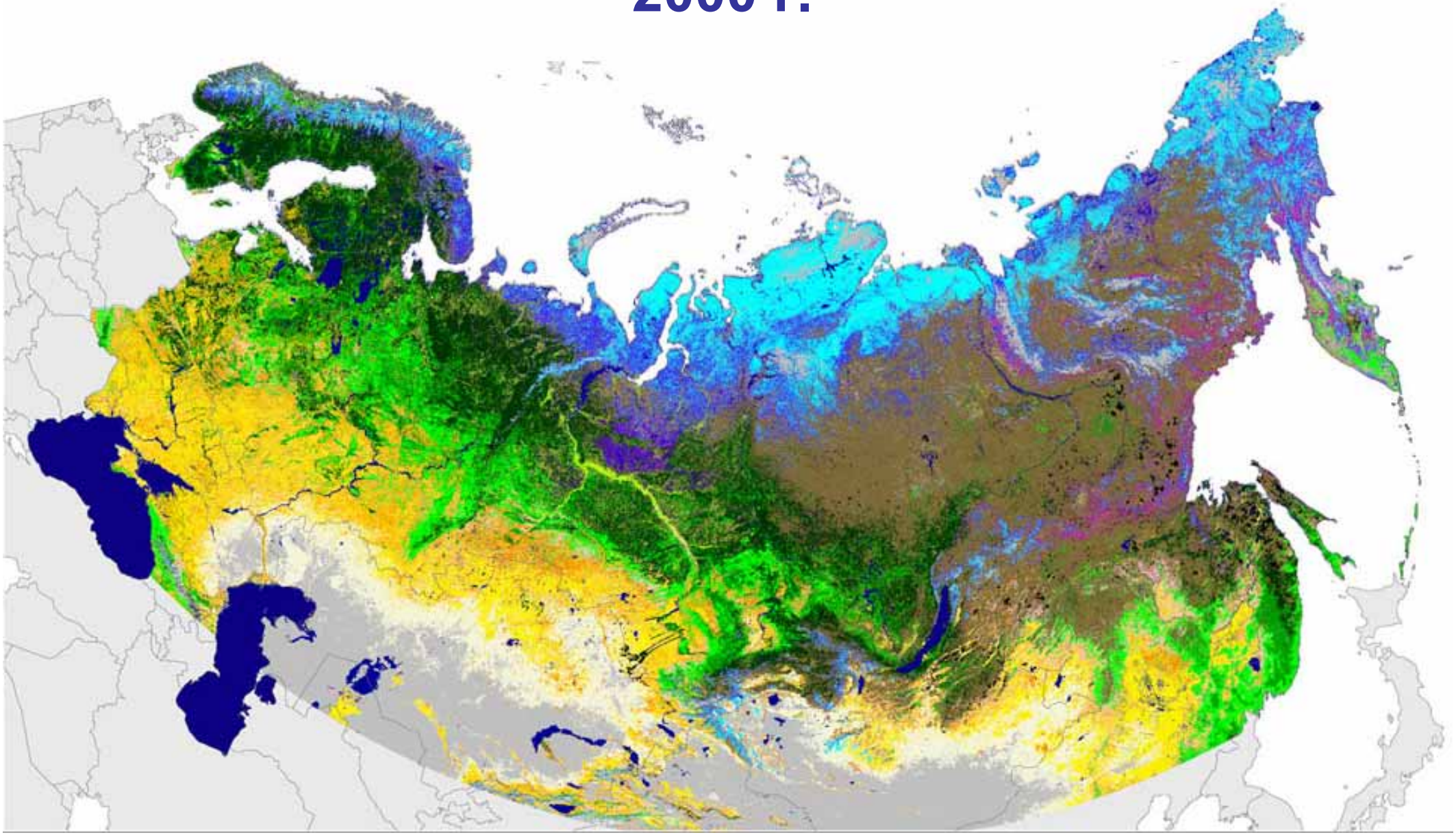
# Метод глобального картографирования растительного покрова по данным спутниковых наблюдений на основе контекстно-зависимой обучаемой классификации

**И.А. Уваров, С.А. Барталев**

Институт космических исследований РАН

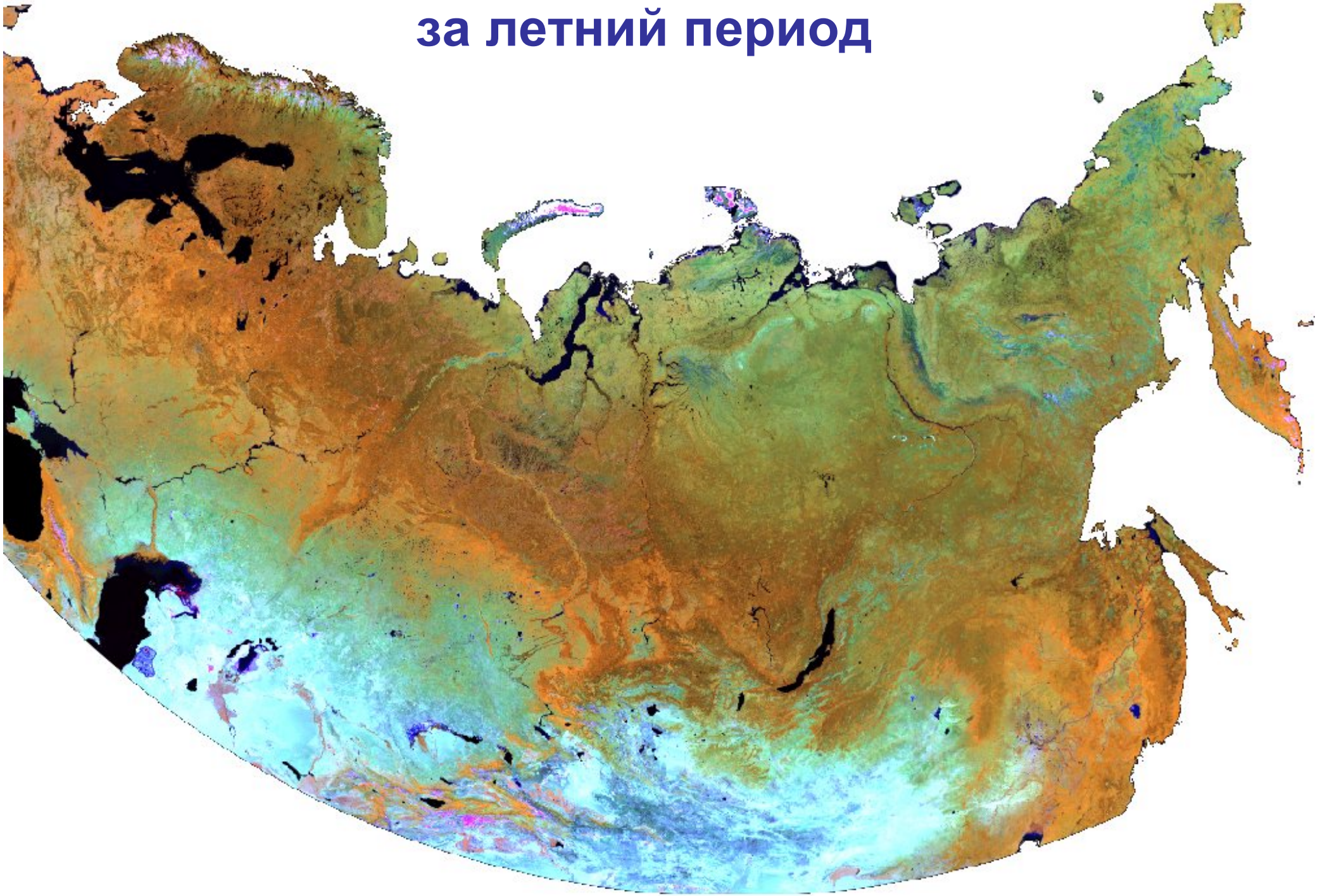
ИКИ

# Карта наземных экосистем Северной Евразии 2000 г.

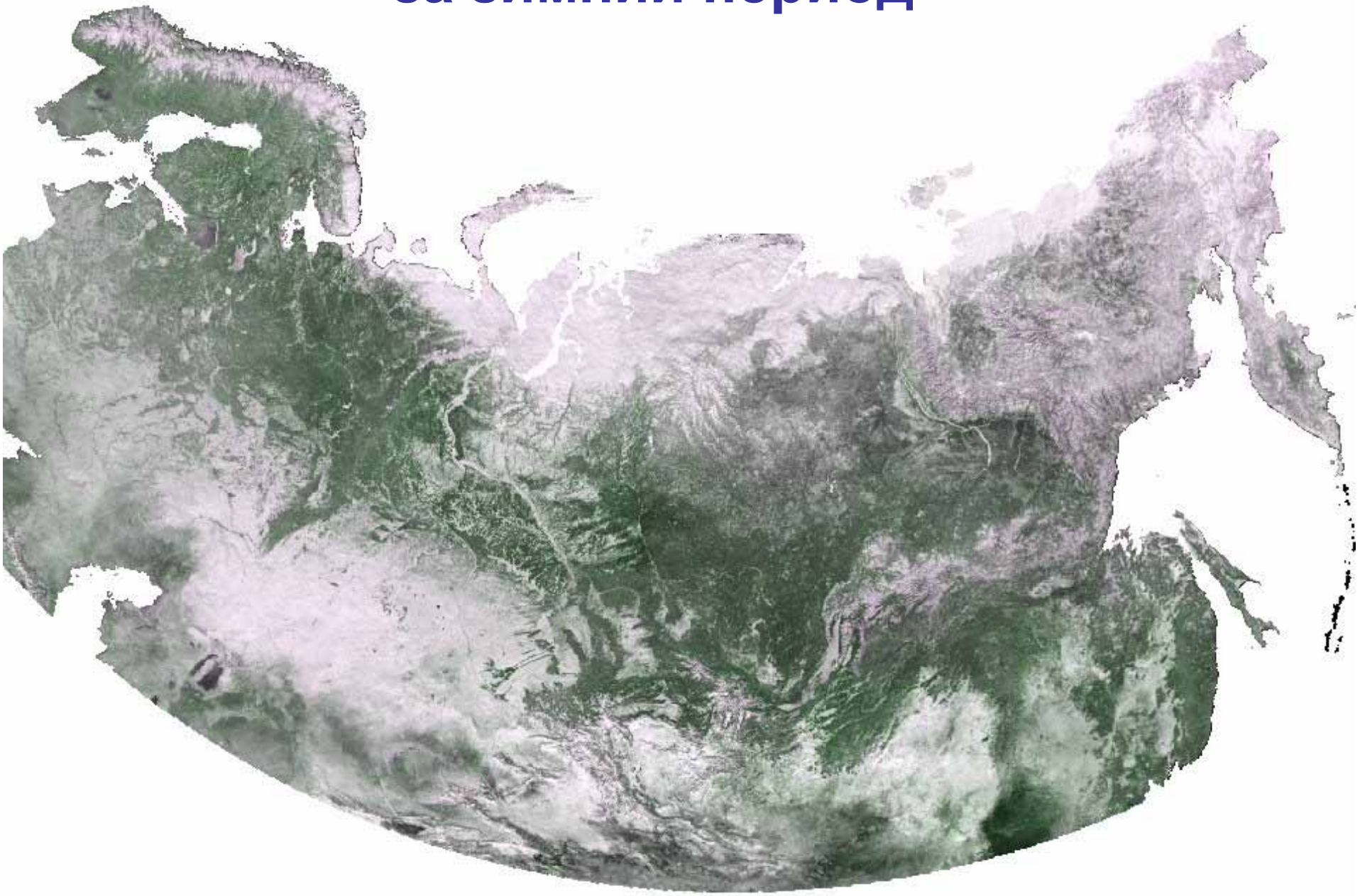


# Легенда карты наземных экосистем

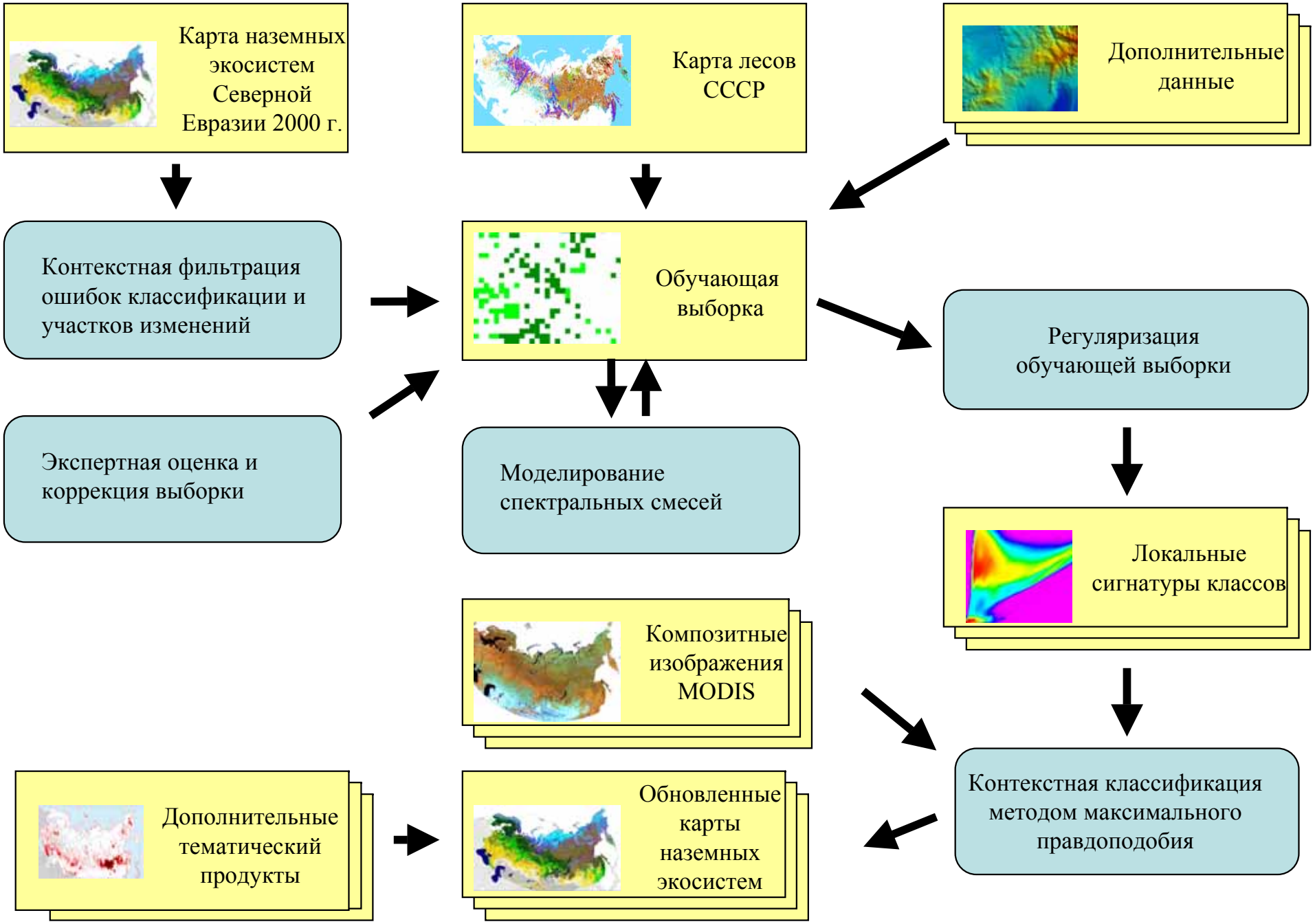
# Композитное изображение MODIS за летний период



# Композитное изображение MODIS за зимний период



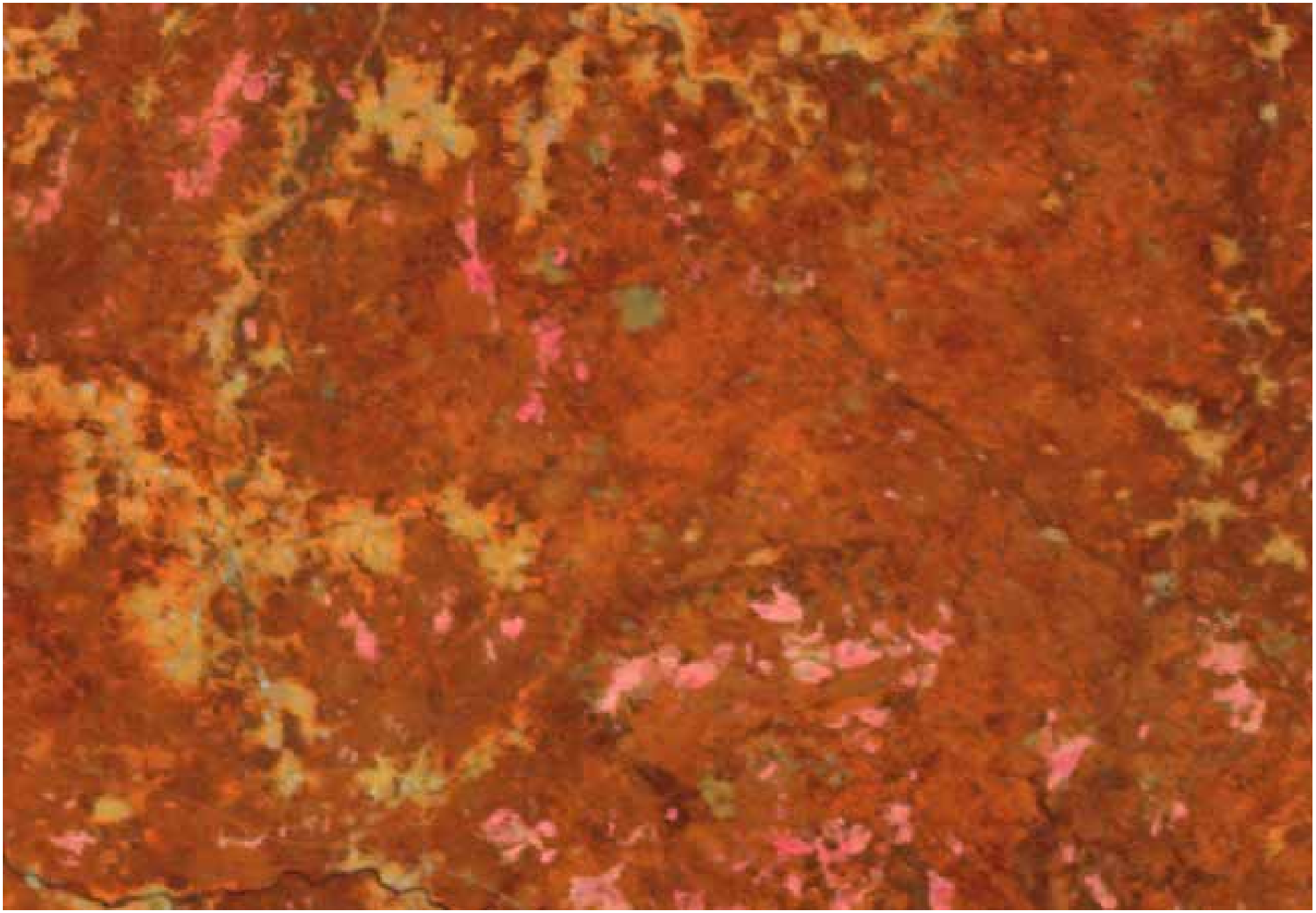
# Блок-схема автоматического алгоритма



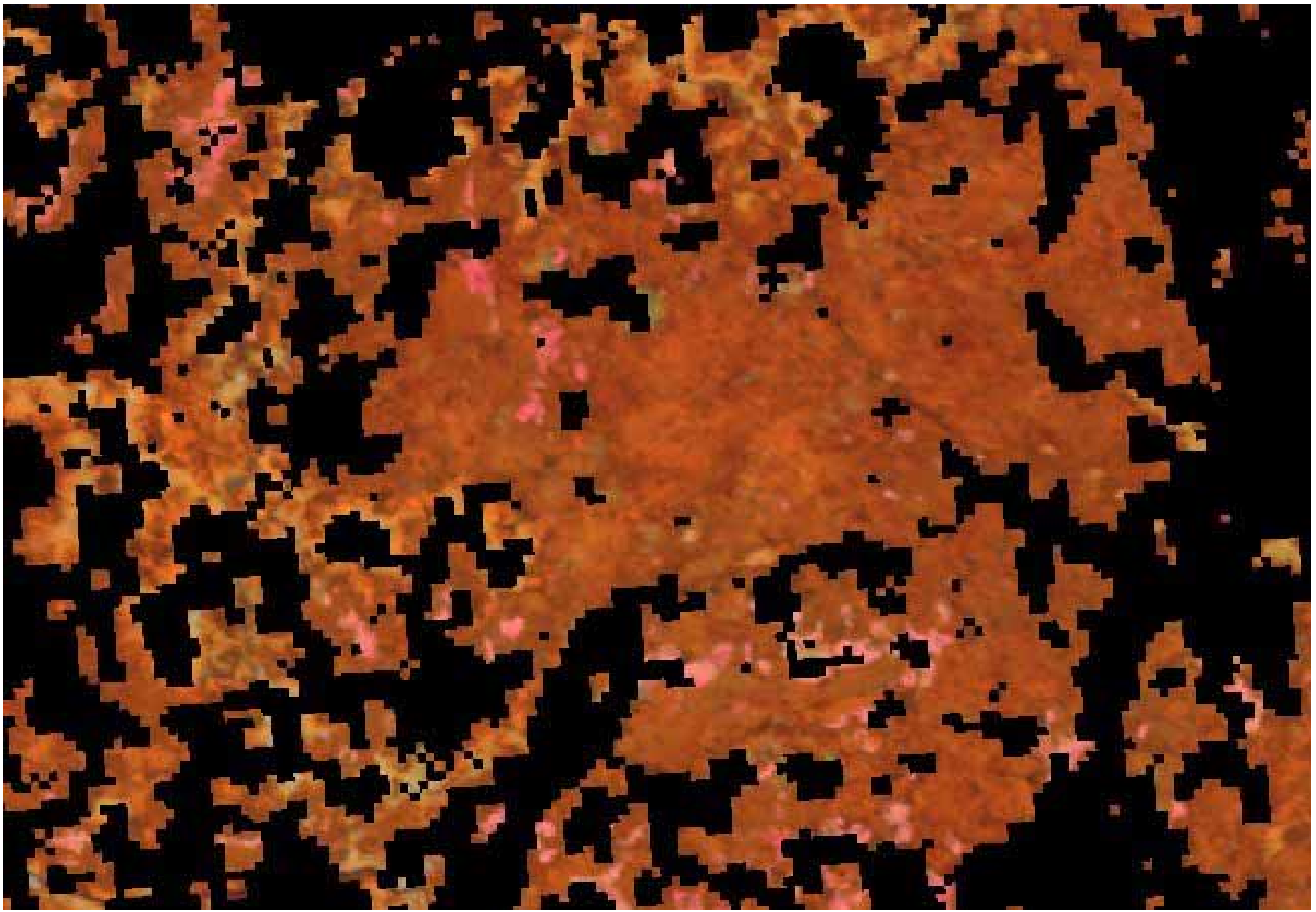
# Необходимость применения специальной методики построения обучающей выборки

- ✓ различие величин пространственного разрешения изображений MODIS и карты, используемой в качестве источника обучающих данных
- ✓ изменения растительного покрова в период с 2000 по 2005 г.
- ✓ наличие имеющих место и требующих фильтрации ошибок в карте GLC2000

# Фильтрация обучающей выборки



# Фильтрация обучающей выборки

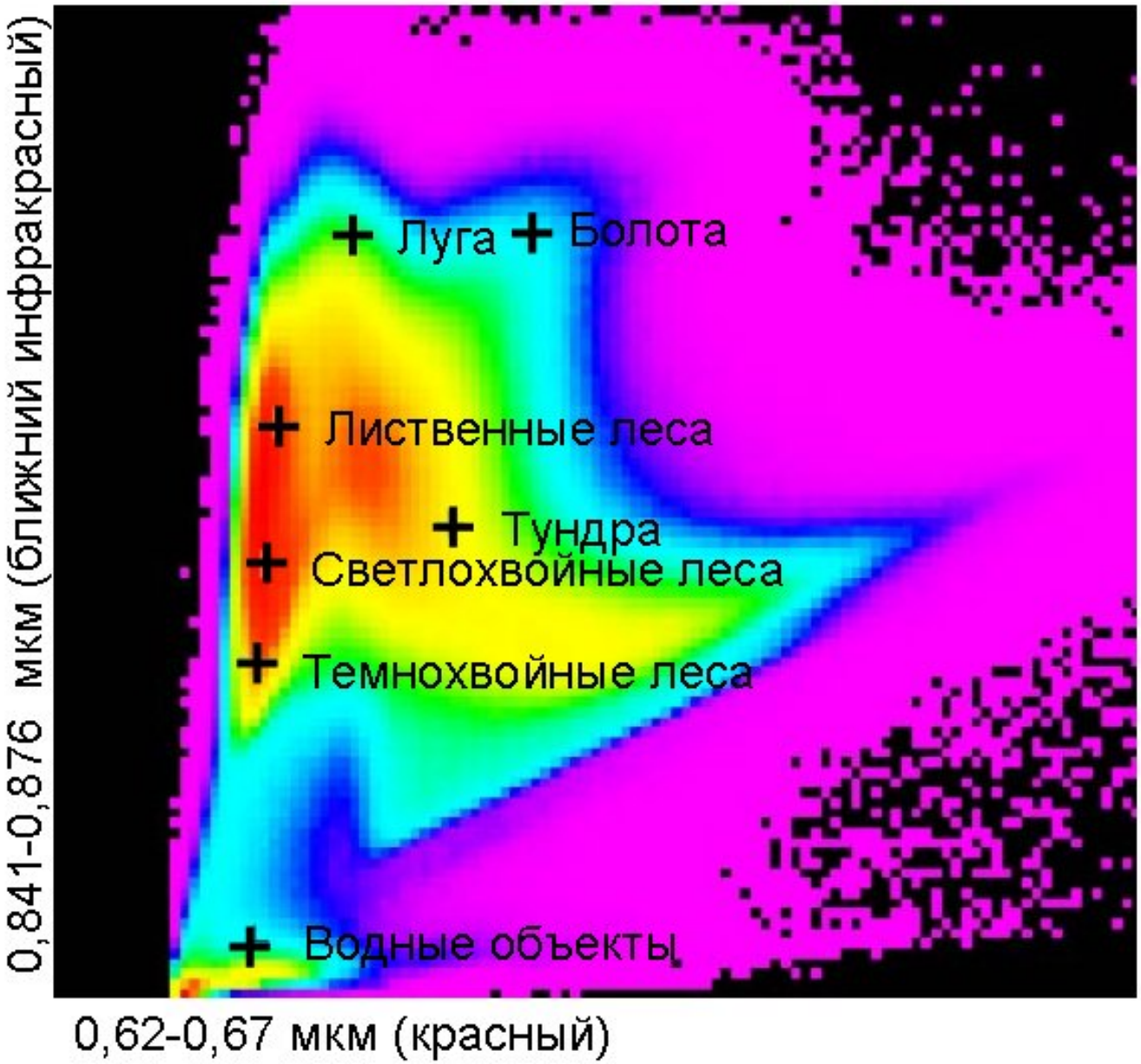


# Исходные предположения

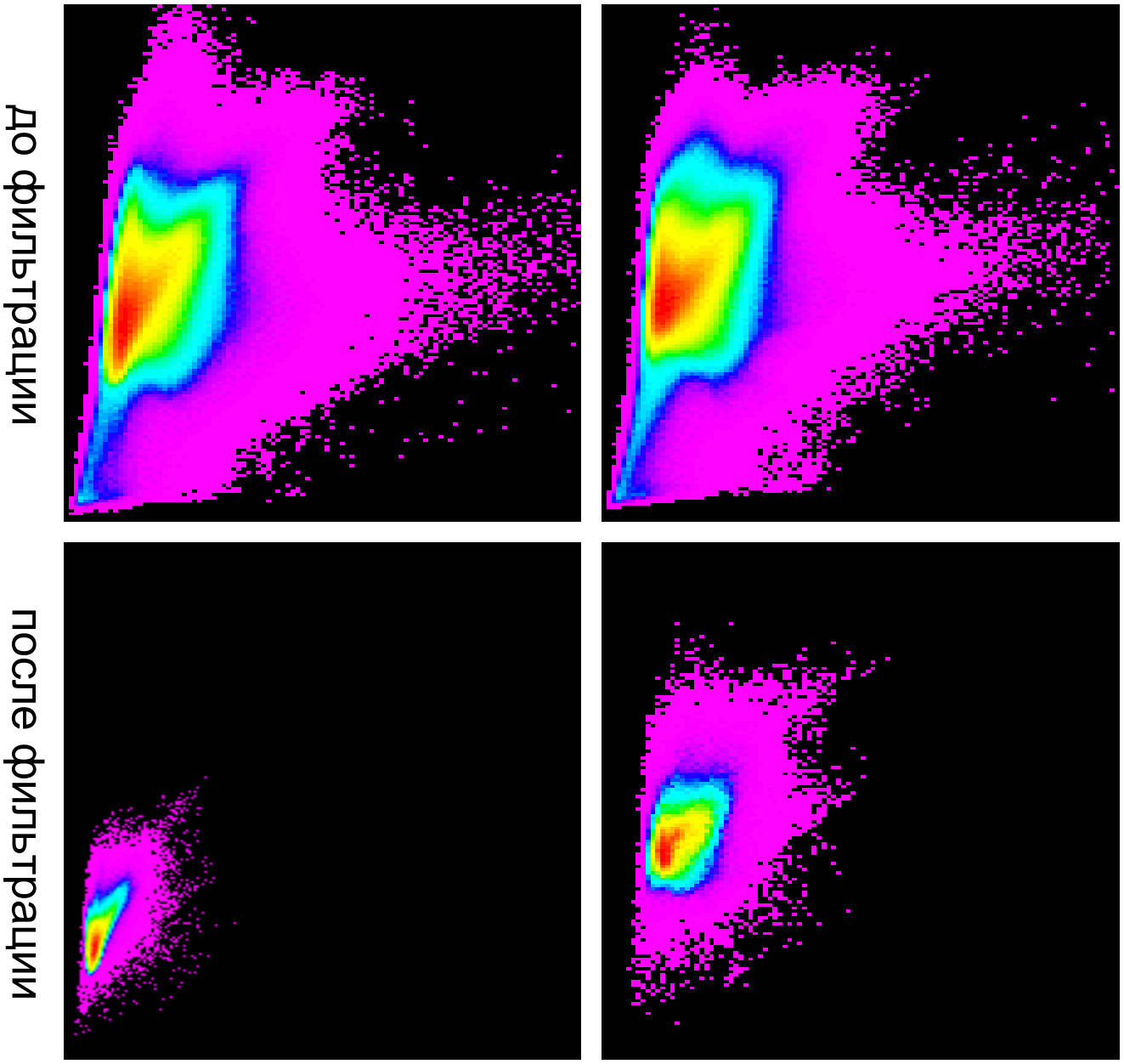
- ✓ большинство пикселов карты, используемой в качестве источника обучающих данных, не претерпели изменений и не содержат ошибок распознавания типов наземных экосистем

- ✓ ошибочно распознанные пикселы используемой для построения обучающей выборки карты в действительности принадлежат к одному из характерных для данного региона (ближайшего окружения) классов

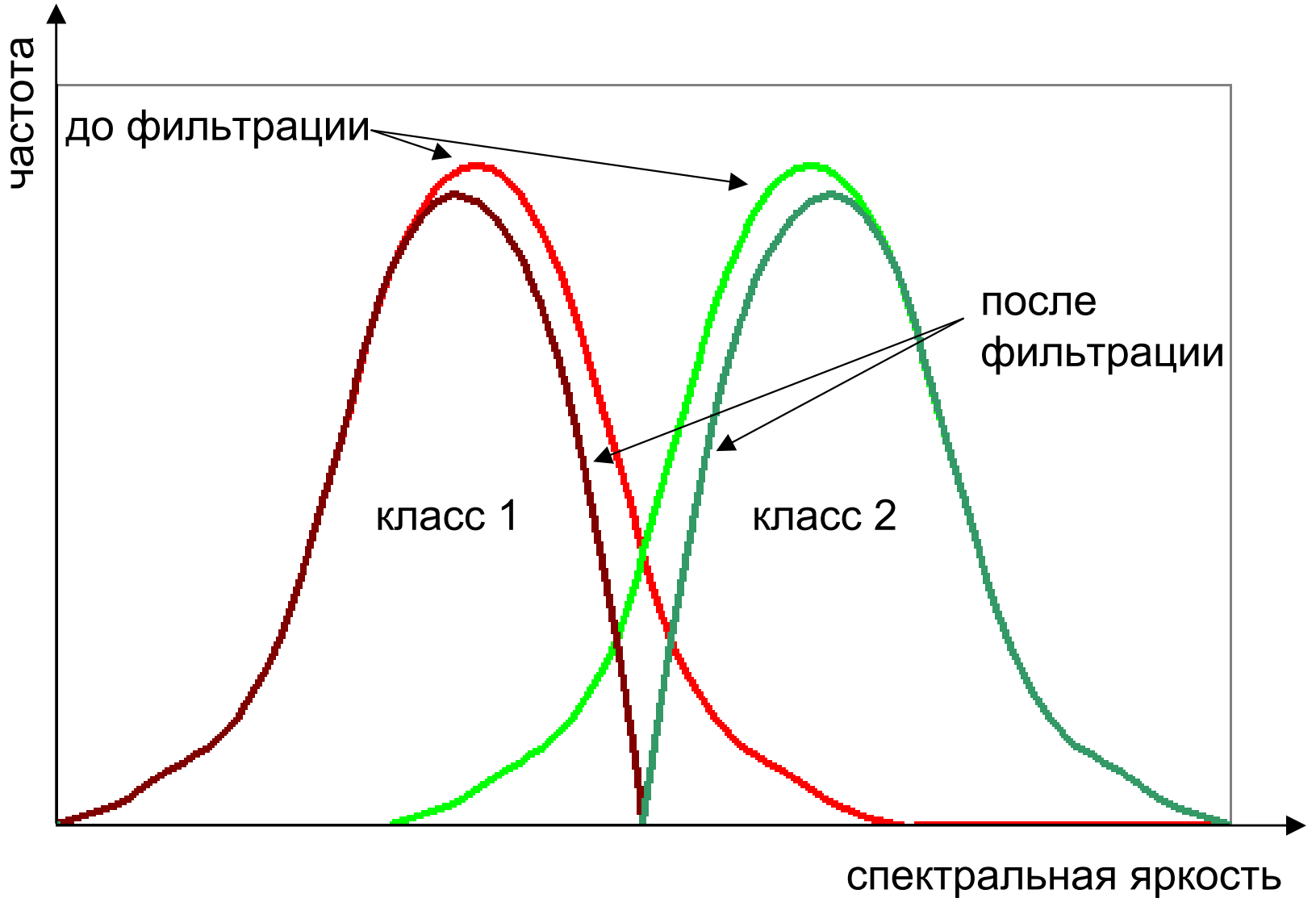
# Спектральные яркости некоторых классов



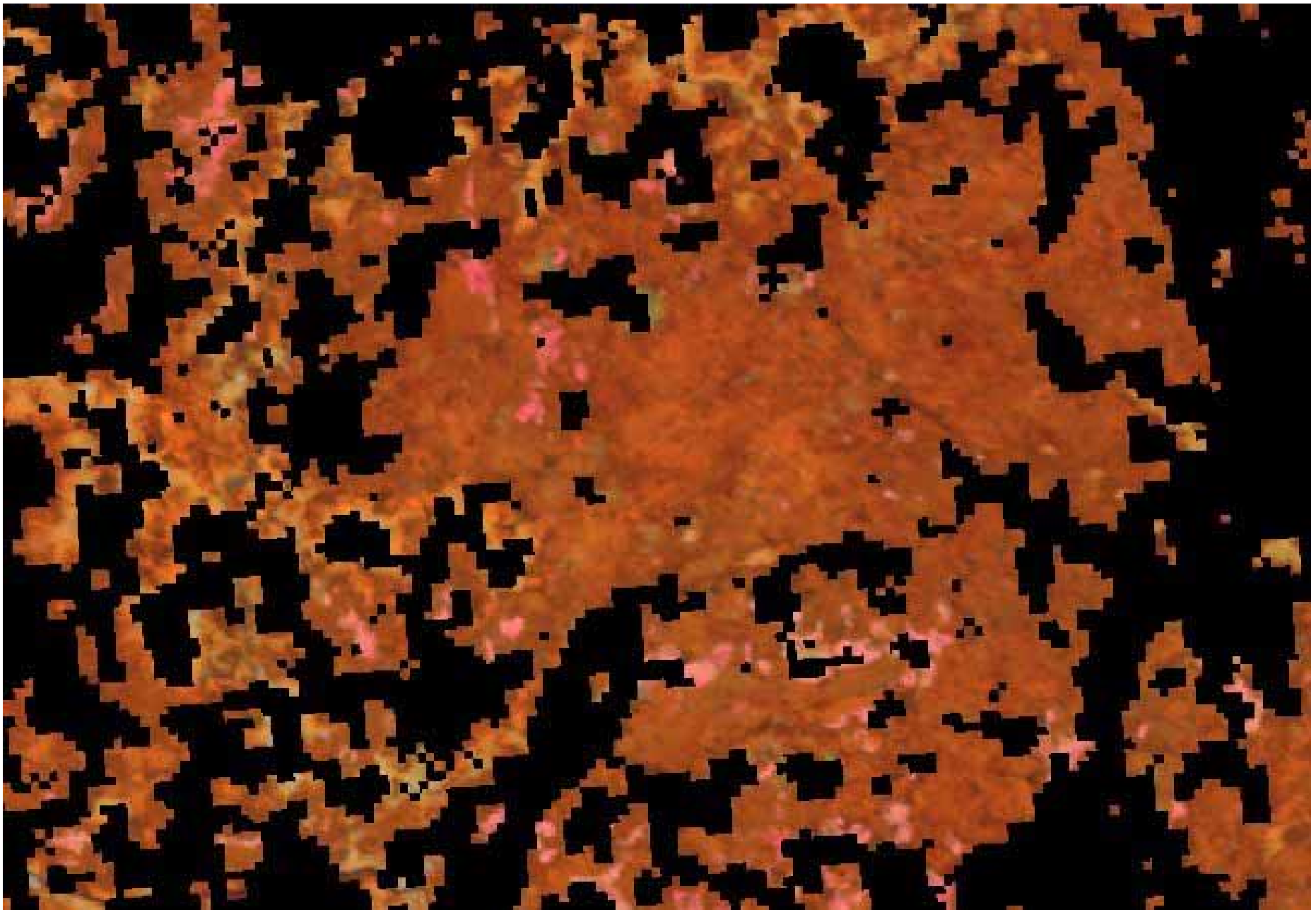
# Фильтрация гистограмм



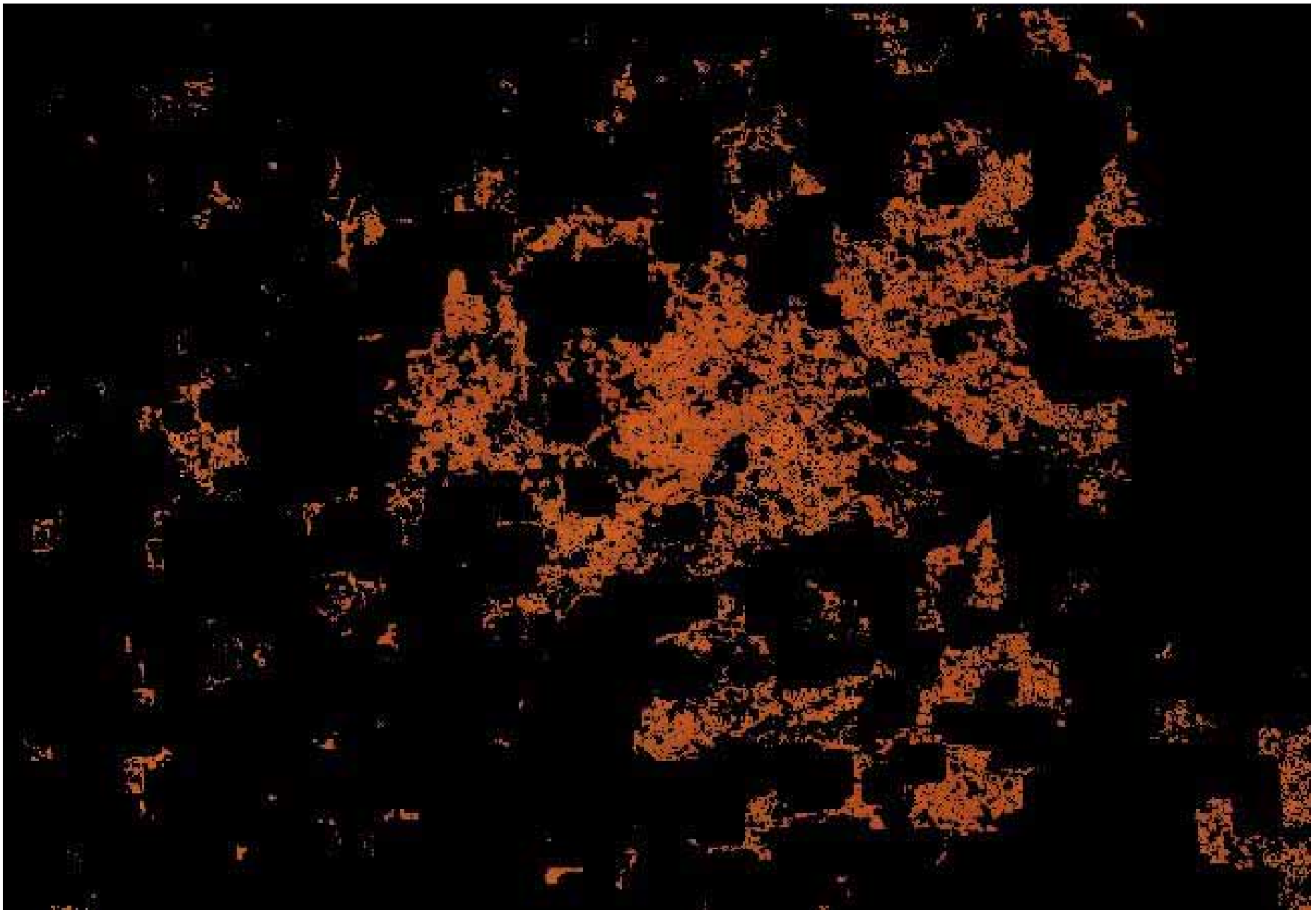
# Фильтрация гистограмм



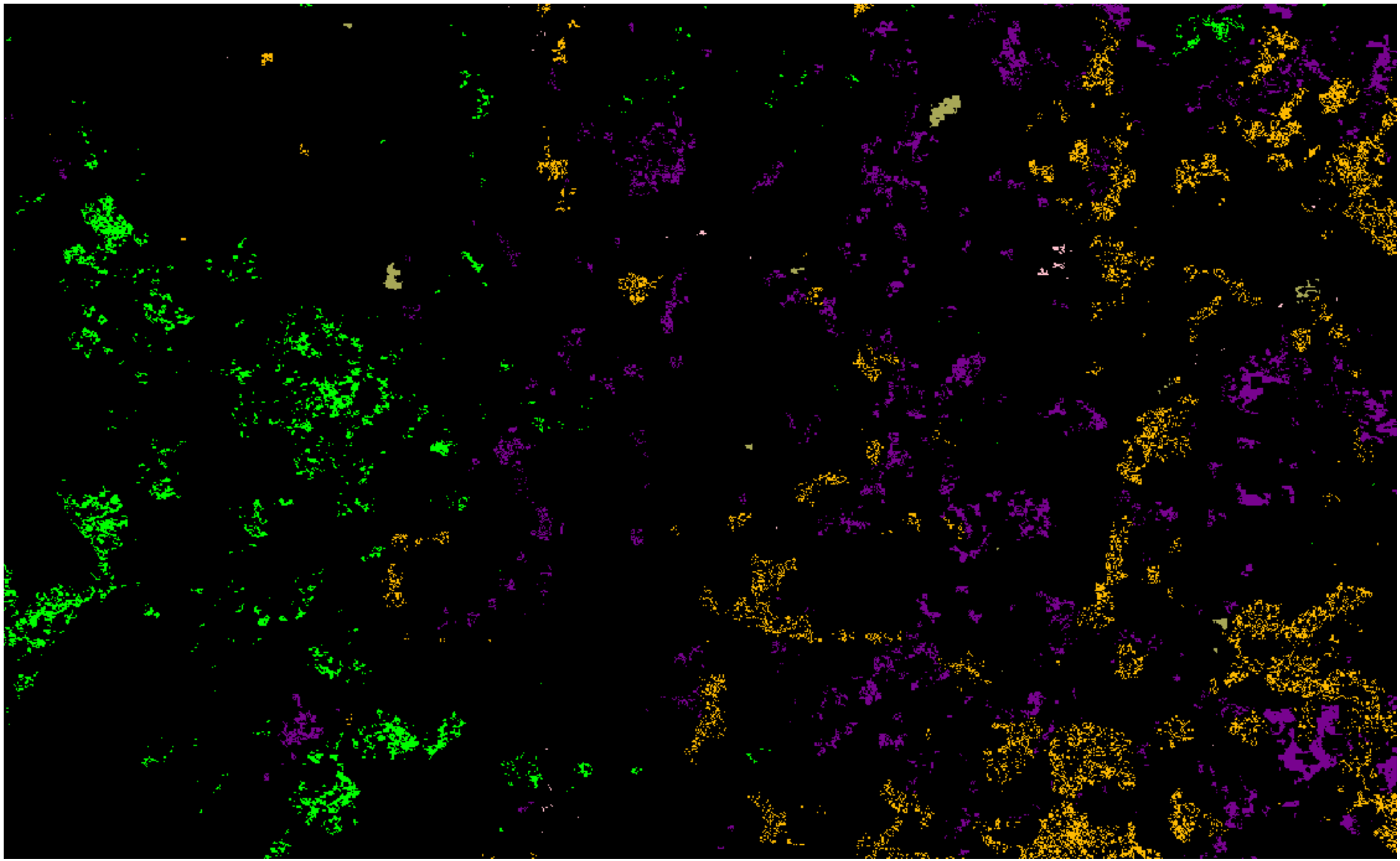
# Фильтрация обучающей выборки



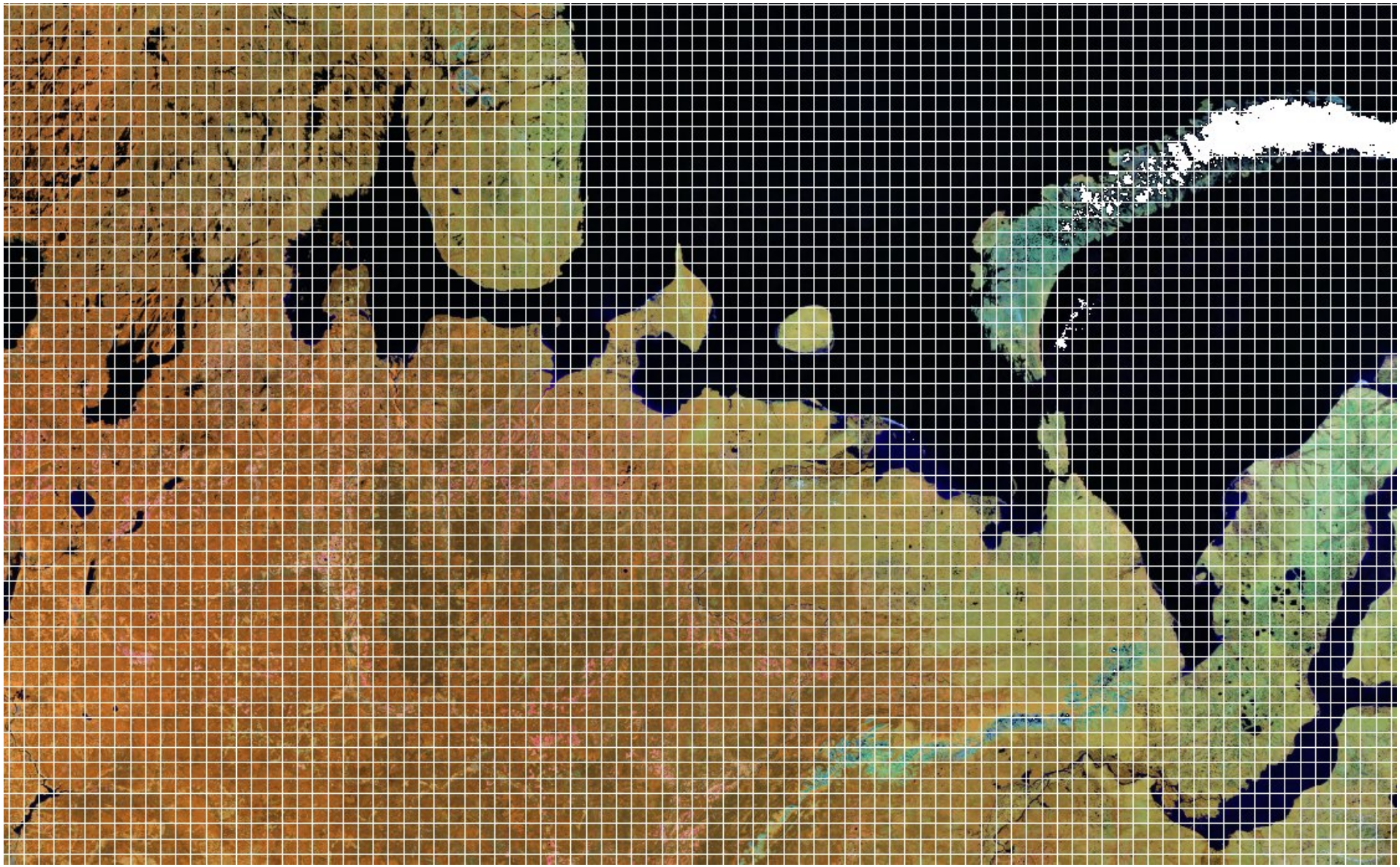
# Фильтрация обучающей выборки



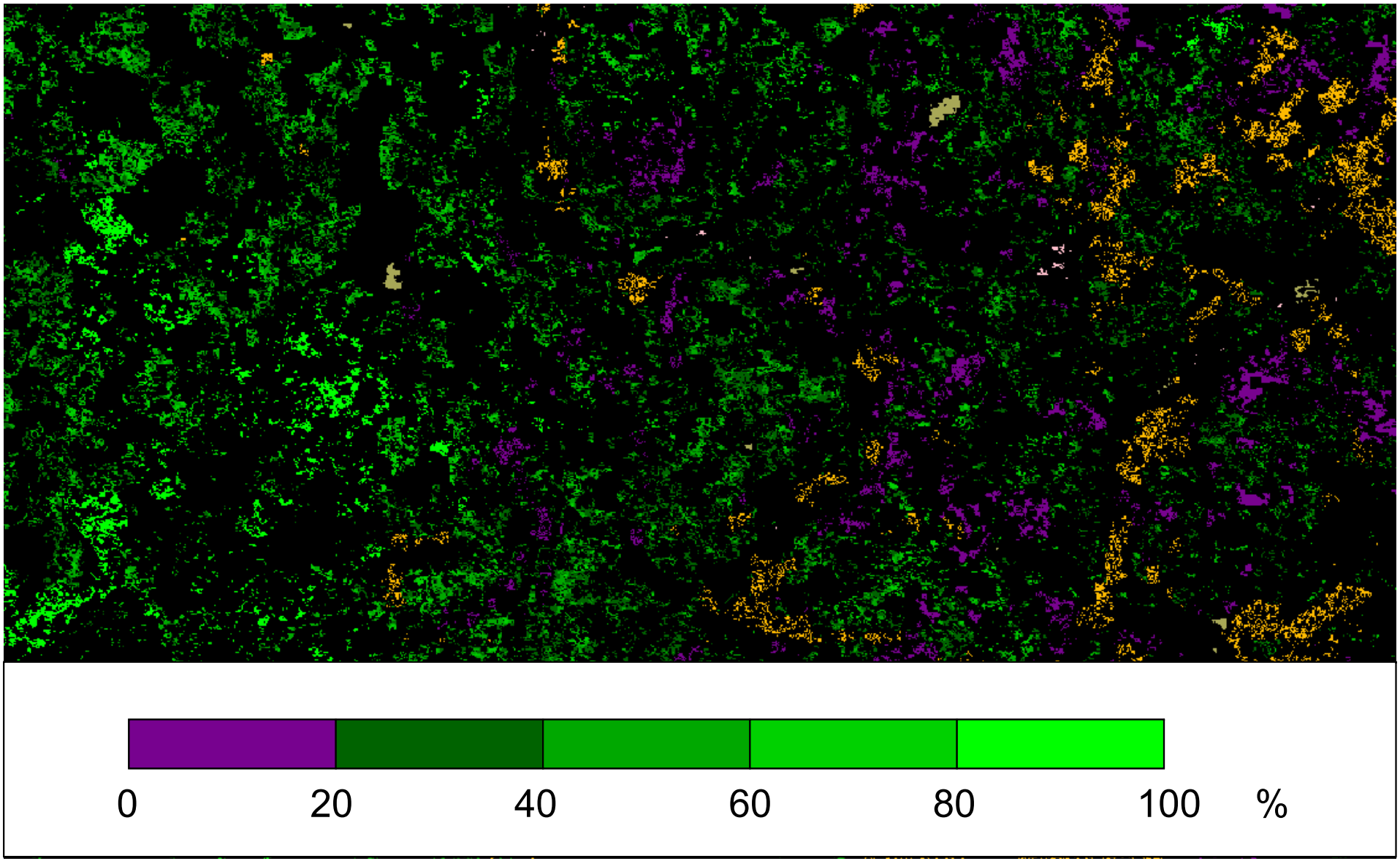
# Обучающая выборка



# Регуляризация обучающей выборки



# Моделирование спектральных смесей



# Классификация методом максимального правдоподобия

$$f_i(\bar{x}) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2}\left|\Sigma_i\right|^{1/2}} e^{-\frac{1}{2}(\bar{x}-\bar{a}_i)^t \Sigma_i^{-1}(\bar{x}-\bar{a}_i)}$$

$f_i$ – плотность вероятности принадлежности пиксела к i-му классу

$\bar{x}$ – вектор признаков для текущего пиксела

$\bar{a}_i$ – вектор локальных средних значений для i-го класса

$\Sigma_i$ – локальная ковариационная матрица для i-го класса

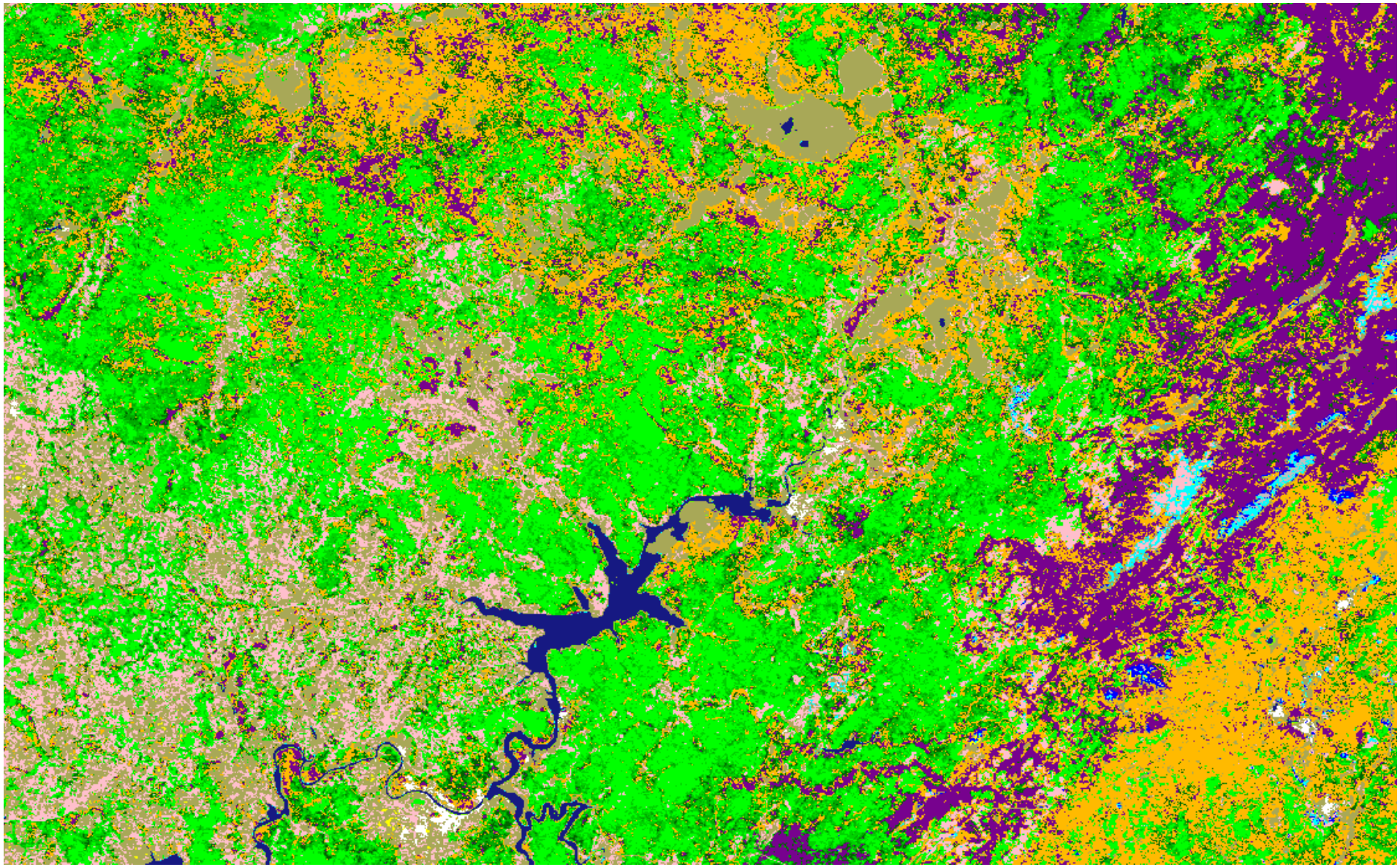
$n$ – число признаков

# Легенда

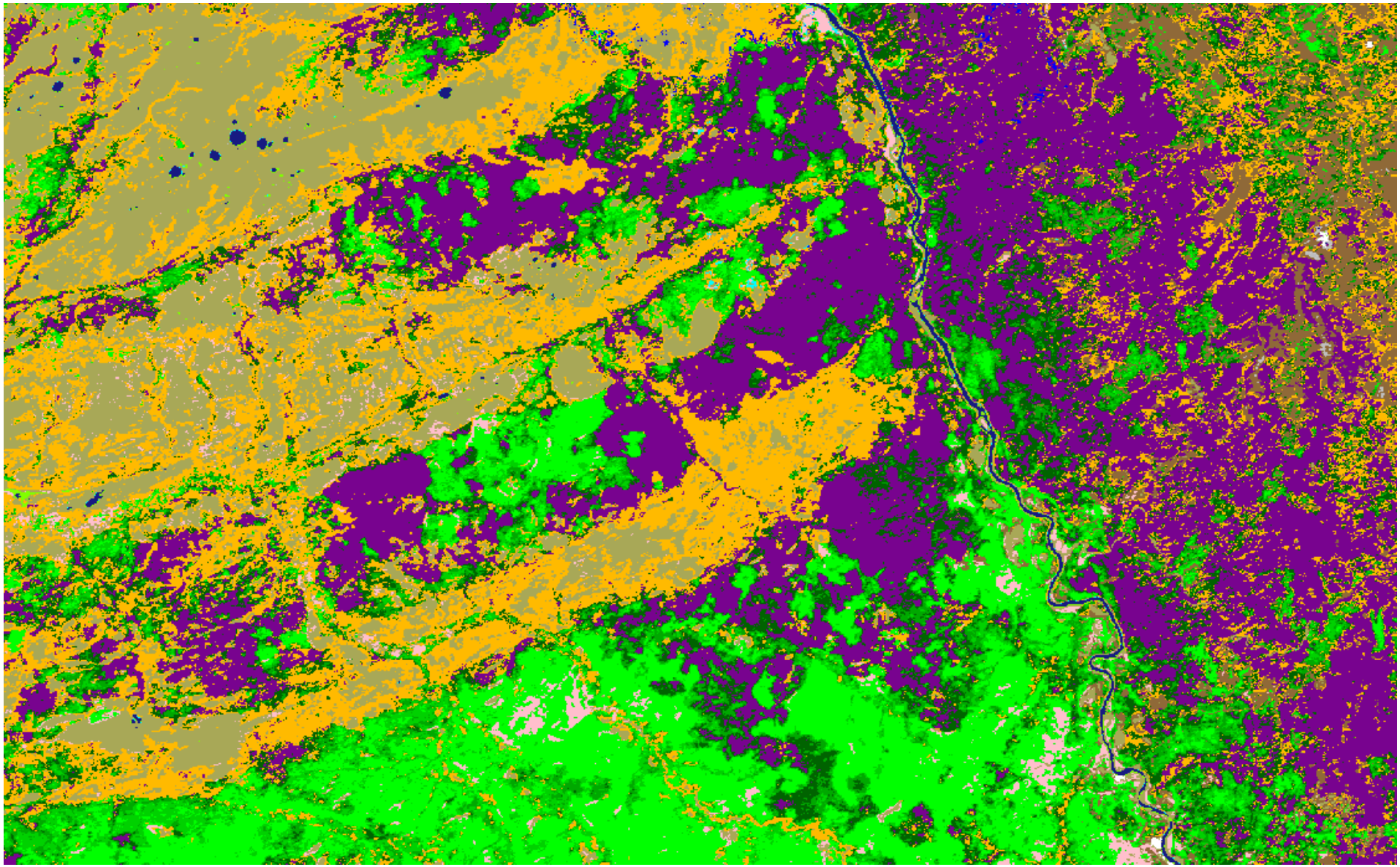
Темнохвойный лес
Светлохвойный лес
Смешанный лес с преобладанием хвойных
Смешанный лес
Смешанный лес с преобладанием лиственных
Лиственный лес
Хвойный вечнозеленый лес
Хвойный кустарник
Кустарниковая тундра
Полярная тундра
Горы и открытая почва
Населенные пункты и промышленные объекты
Водные объекты
Периодически затапливаемые земли
Прочие нелесные территории

# Результат классификации

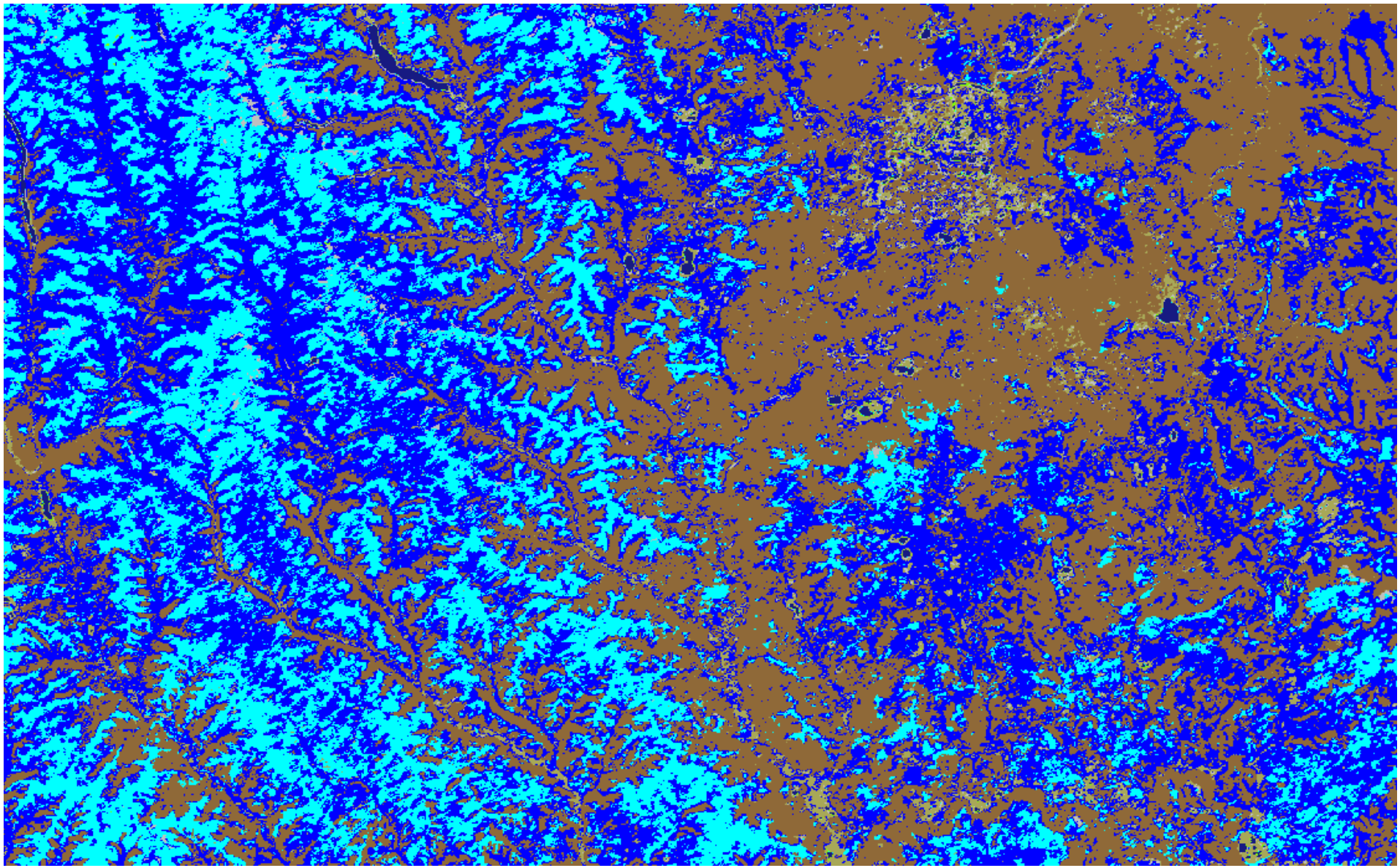
# Результат классификации (Пермский край)



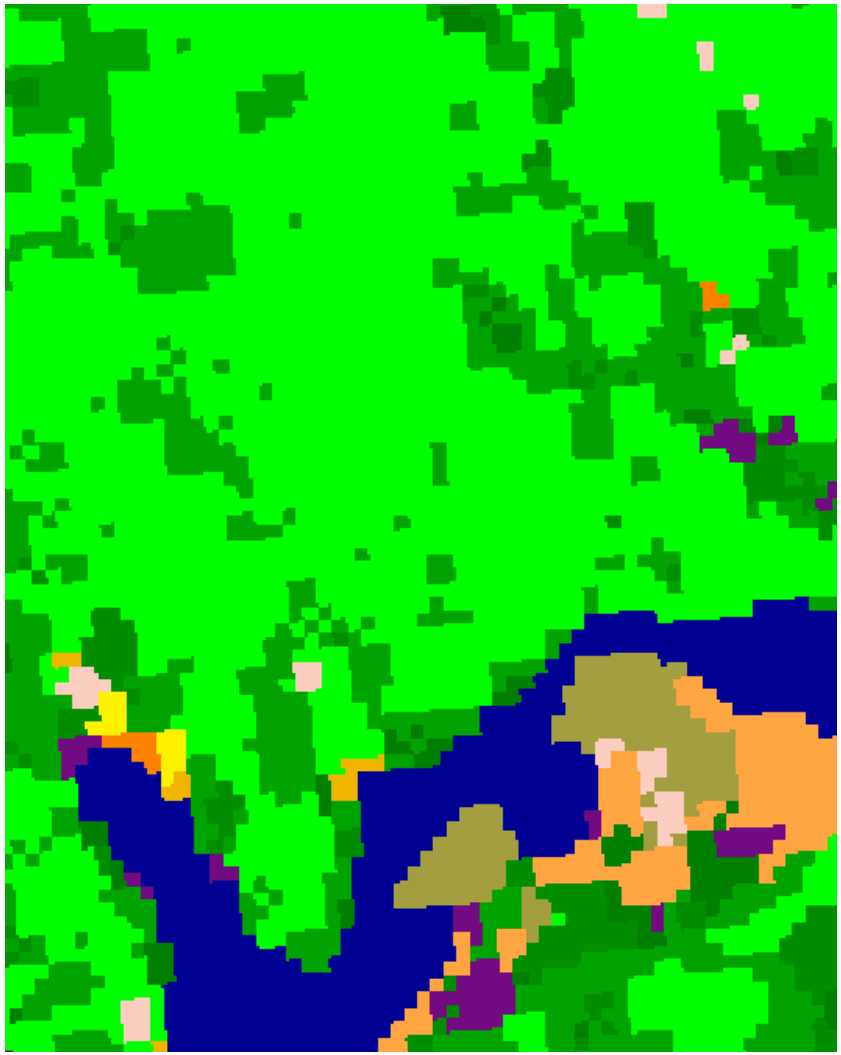
# Результат классификации (Красноярский край)

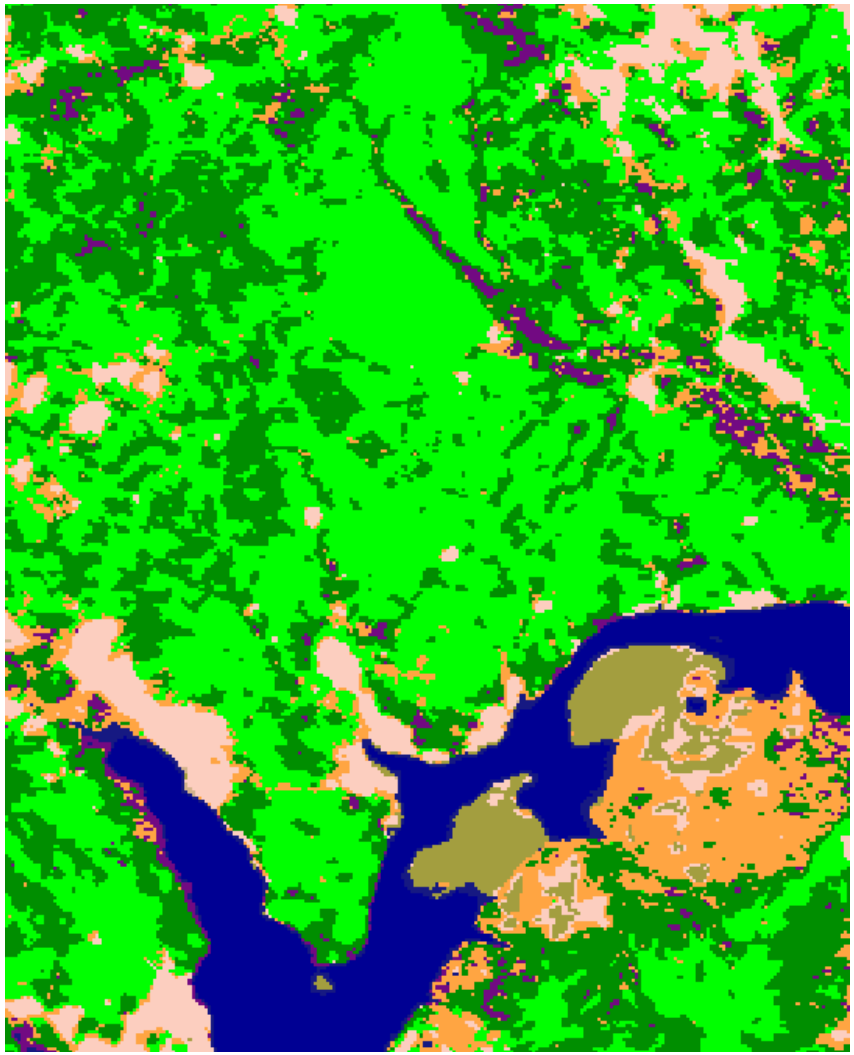


# Результат классификации (Эвенкийский автономный округ)



# Сравнение результатов с картой GLC2000





# Способы повышения качества классификации

- ✓ корректирование обучающей выборки
- ✓ привлечение дополнительных обучающих данных
- ✓ привлечение дополнительных признаков классификации
- ✓ совершенствование алгоритма

# Заключение

- ✓ Разработан обучаемый алгоритм контекстно зависимой классификации типов наземных экосистем.
- ✓ Получена предварительная версия карты типов растительного покрова России.
- ✓ Необходимо улучшение обучающей выборки для классификации нелесных типов растительности, а также исправления ошибок классификации.