

# КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Число	Содержание	ДЗ
15.09	Цели, задачи, содержание курса. Использование ДЗ в науках о Земле	
22.09	Базовые принципы, понятия, ограничения	
24.09	Базовые принципы, понятия, ограничения	
29.09	Существующие съемочные системы, ТТХ, каталоги снимков	+
08.10	Предварительная подготовка снимков	
22.10	Элементы и признаки дешифрирования	
05.11	Элементы и признаки дешифрирования	+
<b>19.11</b>	<b>Классификация изображений (признаки, алгоритм, интерпретация)</b>	<b>+</b>
	Дешифрирование (интерпретация) изображений	
	Интерполяция результатов полевых описаний	
	ДЗ в задачах динамики и функционирования ландшафтного покрова	
	Доклады по статьям 2010-2012 гг.	
	История и перспективы ДЗ	
25.12	Зачет	

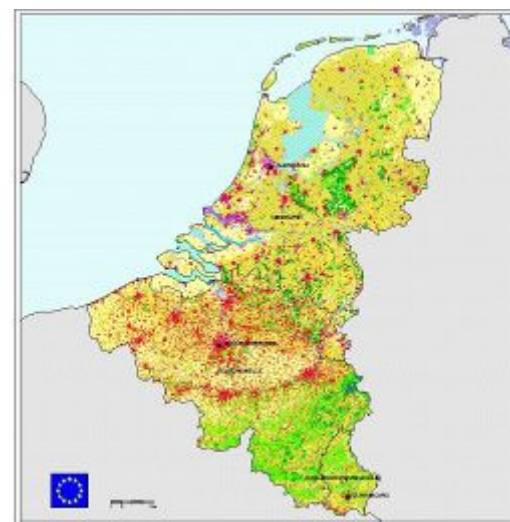
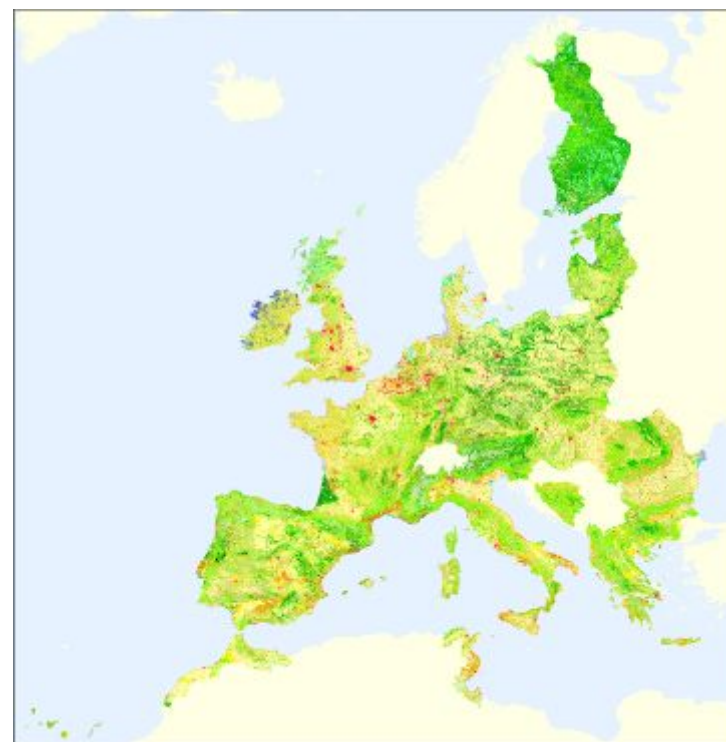


## ЭТАПЫ АНАЛИЗА ДДЗ:

1. Подбор снимков (тип съемки, разрешение пространственное и радиометрическое, сезон, облачность, искажения)
2. Геометрическая коррекция (совмещение с рабочей географической проекцией, привязка)
3. Радиометрическая коррекция (перерасчет «сырых» значений яркостей съемки в поток отраженной солнечной радиации, зарегистрированный сенсором спутника, Вт/м<sup>2</sup>). Принципиально при использовании снимков за разные сроки съемки.
4. Расчет индексных изображений, характеризующие физические свойства отражательной поверхности (биологическая продуктивность (NDVI), температура, влажность, текстурные характеристики и др.)
5. **Классификация. Выбор классификационных признаков в зависимости от целей исследования, особенностей территории и исходных данных, при необходимости снижение размерности данных, обоснование метрики, способа классификации, числа возможных классов.**
6. Интерпретация полученных классов. Сопоставление полученным классам средних значений априорных данных и результатов полевых измерений свойств ландшафтного покрова.

# the CORINE program (Co-ordination of Information on the Environment)

Level 1	Level 2	Level 3
1. Artificial surfaces	1.1 Urban fabric	1.1.1 Continuous urban fabric
		1.1.2 Discontinuous urban fabric
	1.2 Industrial, commercial and transport units	1.2.1 Industrial or commercial units
		1.2.2 Road and rail networks and associated land
		1.2.3 Port areas
		1.2.4 Airports
	1.3 Mine, dump and construction sites	1.3.1 Mineral extraction sites
		1.3.2 Dump sites
		1.3.3 Construction sites
	1.4 Artificial, non-agricultural vegetated areas	1.4.1 Green urban areas
1.4.2 Sport and leisure facilities		
2. Agricultural areas	2.1 Arable land	2.1.1 Non-irrigated arable land
		2.1.2 Permanently irrigated land
		2.1.3 Rice fields
	2.2 Permanent crops	2.2.1 Vineyards
		2.2.2 Fruit trees and berry plantations
		2.2.3 Olive groves
	2.3 Pastures	2.3.1 Pastures
	2.4 Heterogeneous agricultural areas	2.4.1 Annual crops associated with permanent crops
		2.4.2 Complex cultivation patterns
		2.4.3 Land principally occupied by agriculture with significant areas of natural vegetation
		2.4.4 Agro-forestry areas
	3. Forests and semi-natural areas	3.1 Forests
3.1.2 Coniferous forest		
3.1.3 Mixed forest		
3.2 Shrub and/or herbaceous vegetation associations		3.2.1 Natural grassland
		3.2.2 Moors and heathland
		3.2.3 Sclerophyllous vegetation
		3.2.4 Transitional woodland scrub
3.3 Open spaces with little or no vegetation		3.3.1 Beaches, dunes, sand plains
		3.3.2 Bare rock
		3.3.3 Sparsely vegetated areas
		3.3.4 Burnt areas
		3.3.5 Glaciers and perpetual snow
4. Wetlands	4.1 Inland wetlands	4.1.1 Inland marshes
		4.1.2 Peat bogs
	4.2 Coastal wetlands	4.2.1 Salt marshes
4.2.2 Salines		
4.2.3 Intertidal flats		
5. Water bodies	5.1 Continental waters	5.1.1 Water courses
		5.1.2 Water bodies
	5.2 Marine waters	5.2.1 Coastal lagoons
		5.2.2 Estuaries
		5.2.3 Sea and ocean





# Michigan Land/Use Cover Classification System

**Level II < 1:80,000**

**Level III 1:20,000 to 1:80,000**

**Level IV > 1:20,000.**

- 1 URBAN & BUILT UP**
  - 11 Residential
  - 12 Commercial, Services, & Institutional
  - 13 Industrial
  - 14 Transportation, Communication & Utilities
  - [15] Map Industrial Parks under appropriate category in Commercial Services & Institutional (12) or Industrial (13)
  - 16 Mixed
  - 17 Extractive
  - 19 Open & Other
- 2 AGRICULTURAL LAND**
  - 21 Cropland, Rotation & Permanent Pasture
  - 22 Orchards, Bush-Fruits, Vineyards & Ornamental Horticulture Areas
  - 23 Confined Feeding Operations
  - [28] Inactive Land (These plant communities will be mapped under herbaceous, rangelands (31).
  - 29 Other Agricultural Land
- 3 RANGELAND**
  - 31 Herbaceous Rangeland
  - 32 Shrub Rangeland
- 4 FOREST LAND**
  - 41 Broadleaved Forest (generally deciduous)
  - 42 Coniferous Forest
  - 43 Mixed Conifer-Broadleaved Forest
- 5 WATER**
  - 51 Streams & Waterways
  - 52 Lakes
  - 53 Reservoirs
  - 54 Great Lakes
- 6 WETLANDS**
  - 61 Forested (wooded) Wetlands
  - 62 Non-Forested (non-wooded) Wetlands
- 7 BARREN**
  - 71 Salt Flats (not applicable to Michigan)
  - 72 Beaches & Riverbanks
  - 73 Sand Other than Beaches
  - 74 Bare Exposed Rock
  - 75 Transitional Areas
  - 79 Other
- 8 TUNDRA** (not applicable to Michigan)
- 9 PERMANENT SNOW & ICE** (not applicable to Michigan)

## 4 Forest Land (Level I)

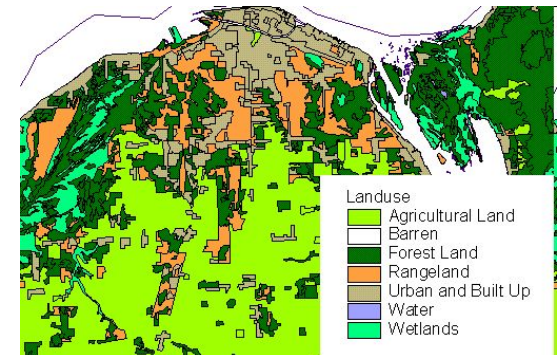
### 42 Coniferous Forest (Level II)

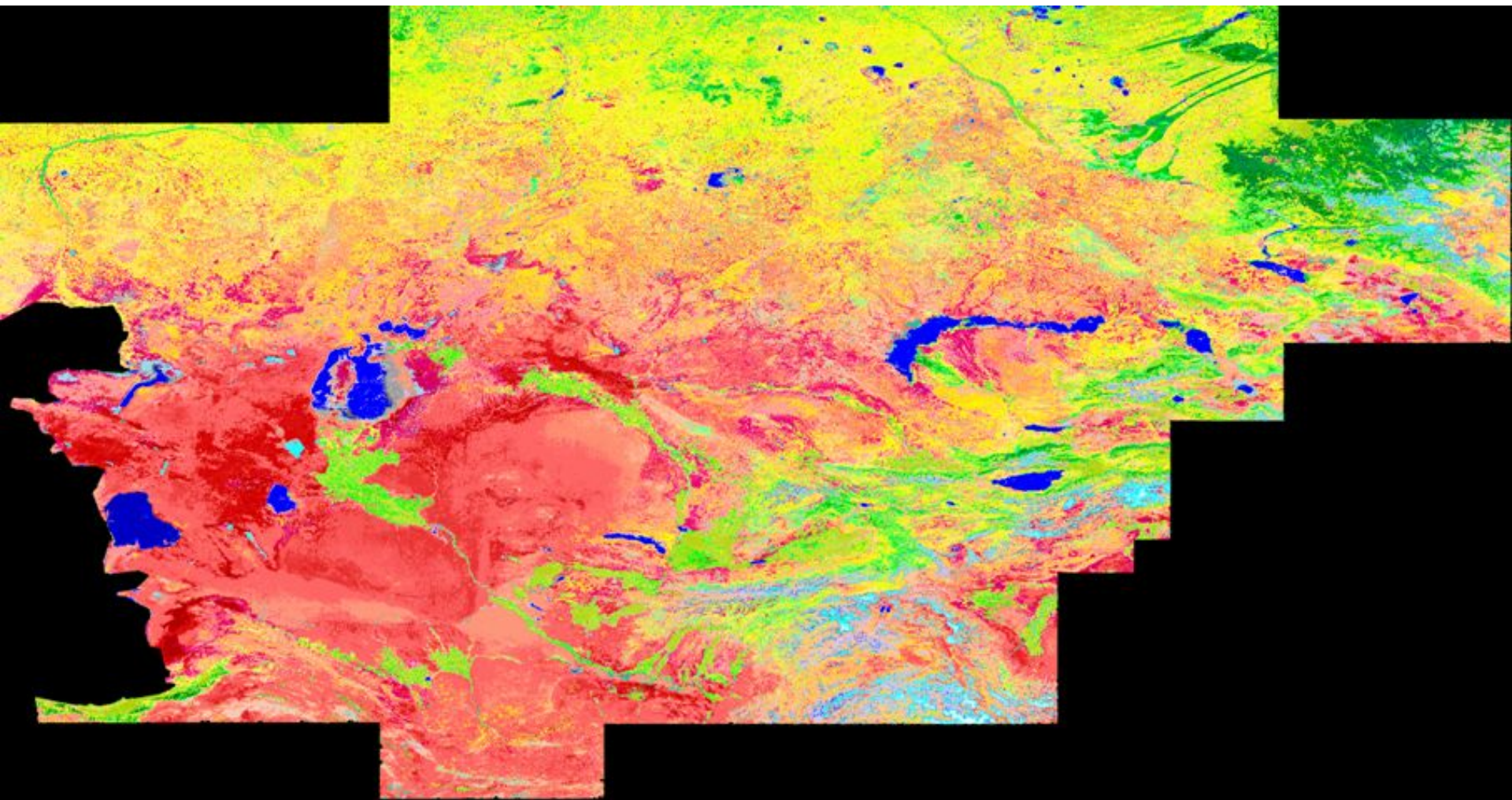
#### 421 Upland conifers (Level III)

- 4211 White pine predominates (Level IV)
- 4212 Red pine predominates (Level IV)
- 4213 Jack pine predominates (Level IV)
- 4214 Scotch pine predominates (Level IV)
- 4215 White spruce predominates (Level IV)
- 4219 Other (Level IV)

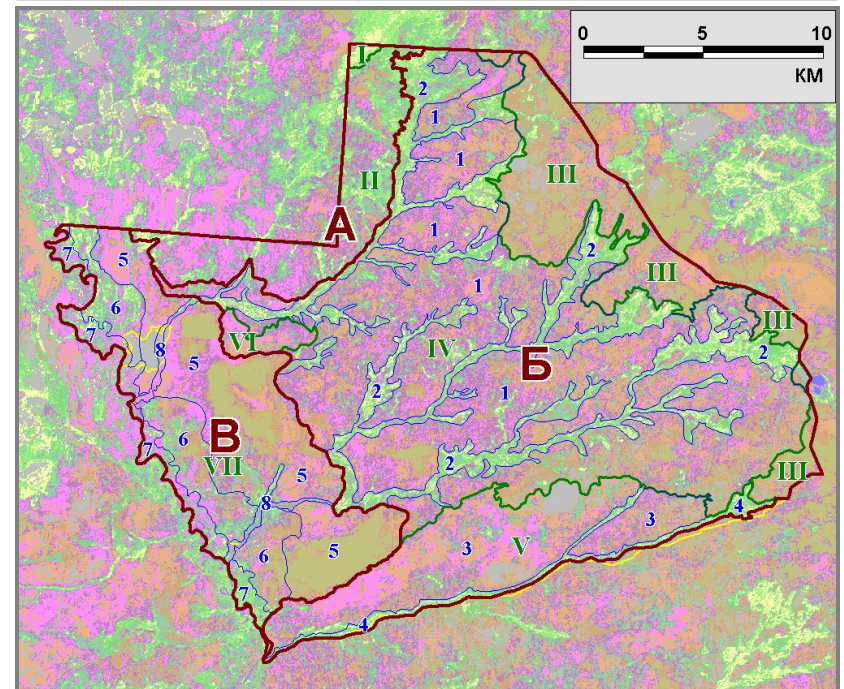
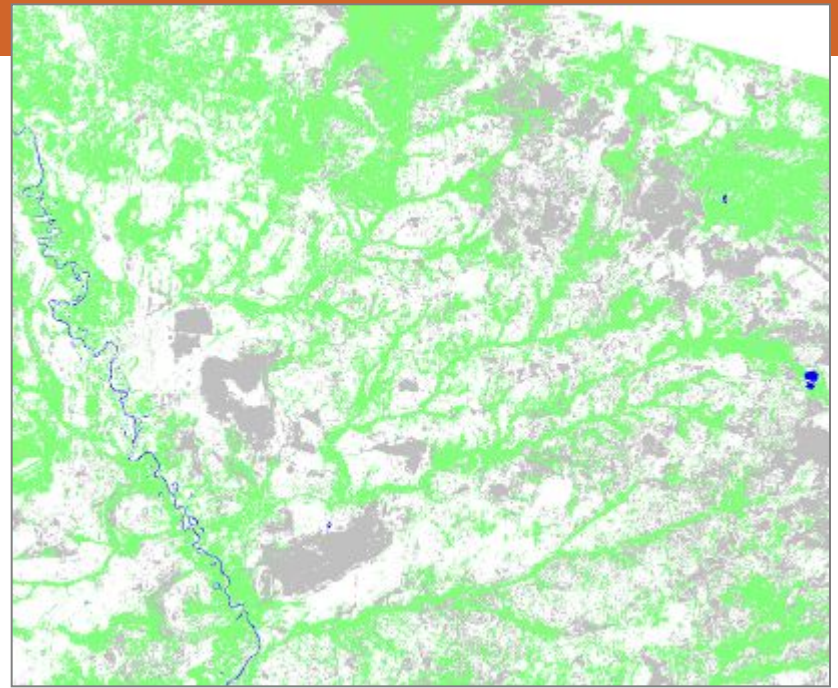
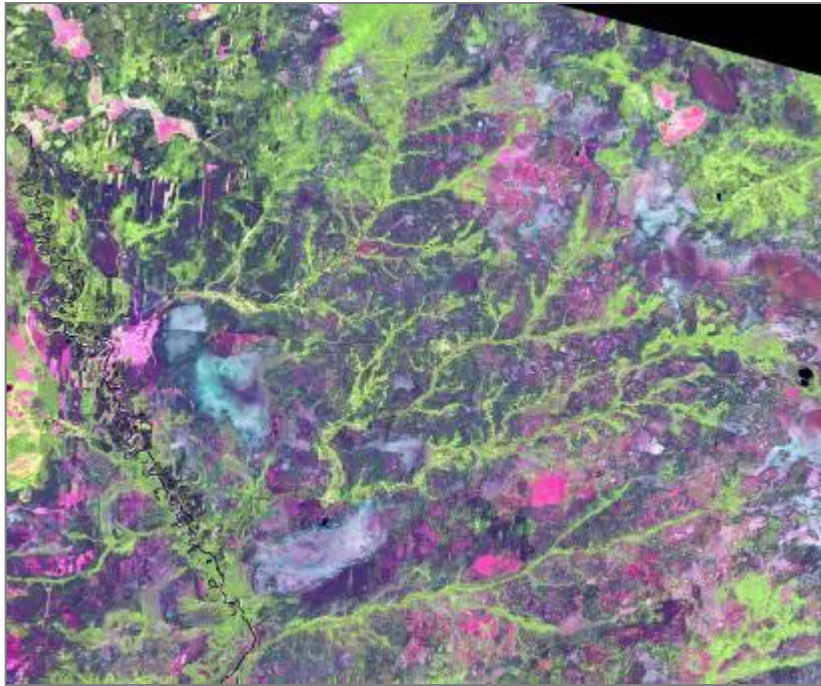
#### 422 Lowland conifers (Level III)

- 4221 Cedar predominates (Level IV)
- 4222 Black spruce predominates (Level IV)
- 4223 Tamarack Predominates (Level IV)
- 4224 Balsam fir-white spruce predominates (Level IV)
- 4225 Balsam fir predominates (Level IV)
- 4229 Other (Level IV)





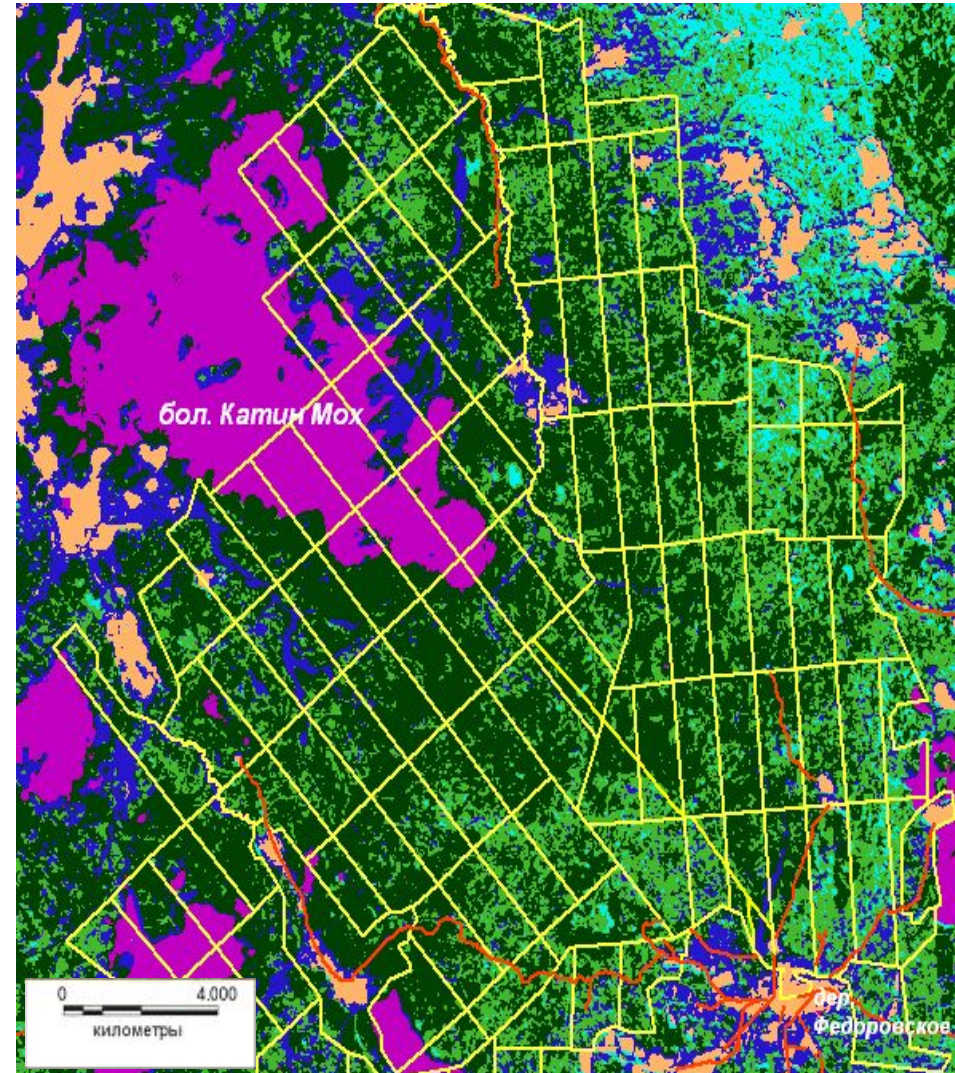
# КЕРЖЕНСКИЙ ЗАПОВЕДНИК



# Снежный покров в коренных и производных сообществах южной тайги (Центрально-Лесной заповедник)



НСО 2010



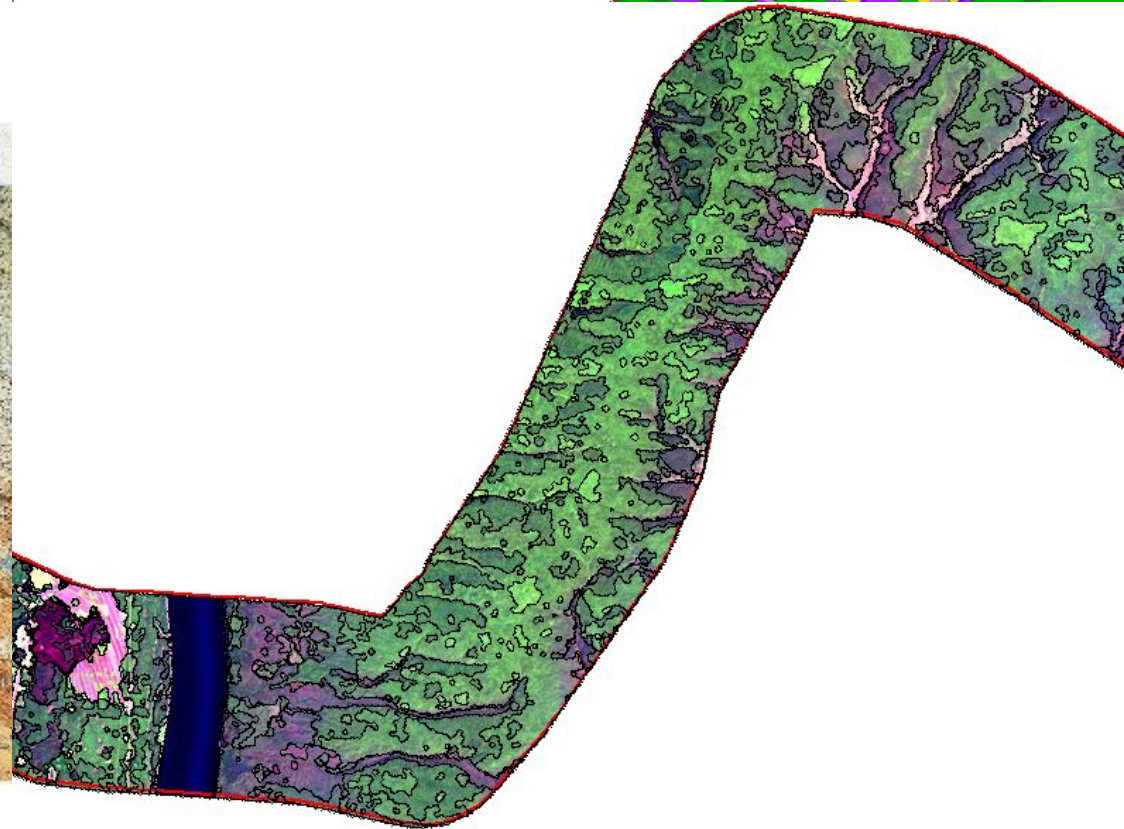
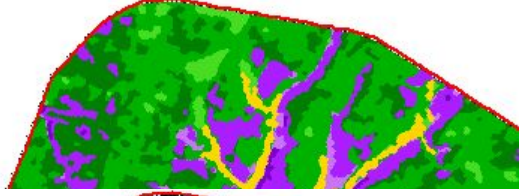
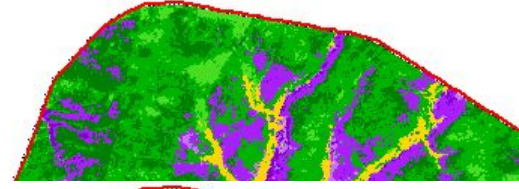
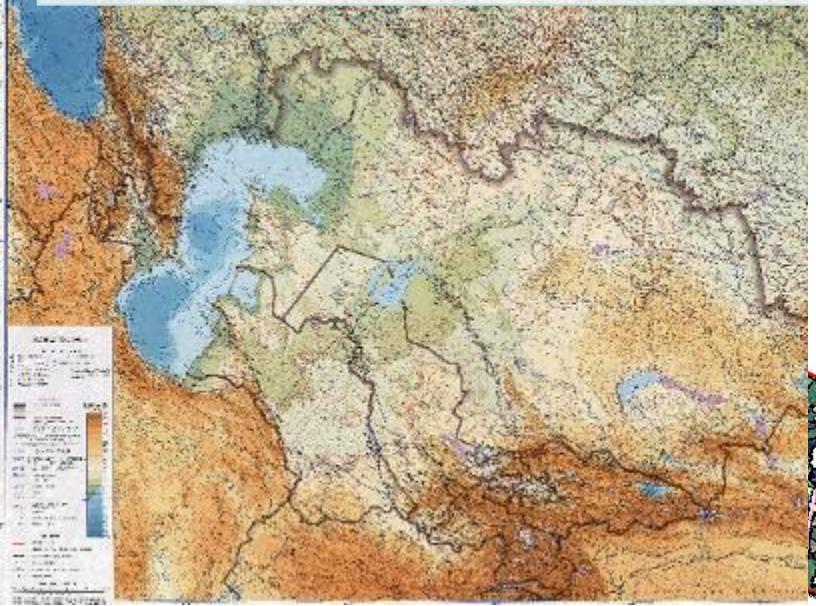
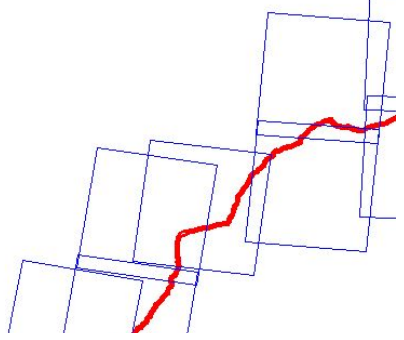
**Landsat 5 TM**  
**разрешение 30м**

**6 потенциально различных типов  
условий снегонакопления**



# НЕФТЕПРОВОД РОСТОЦНАЯ СИСТЕМА

II



КЛАССИФИКАЦИЯ – разделение всех пикселей снимка по их спектральным признакам на группы, соответствующие разным объектам

1.

Выбор признаков

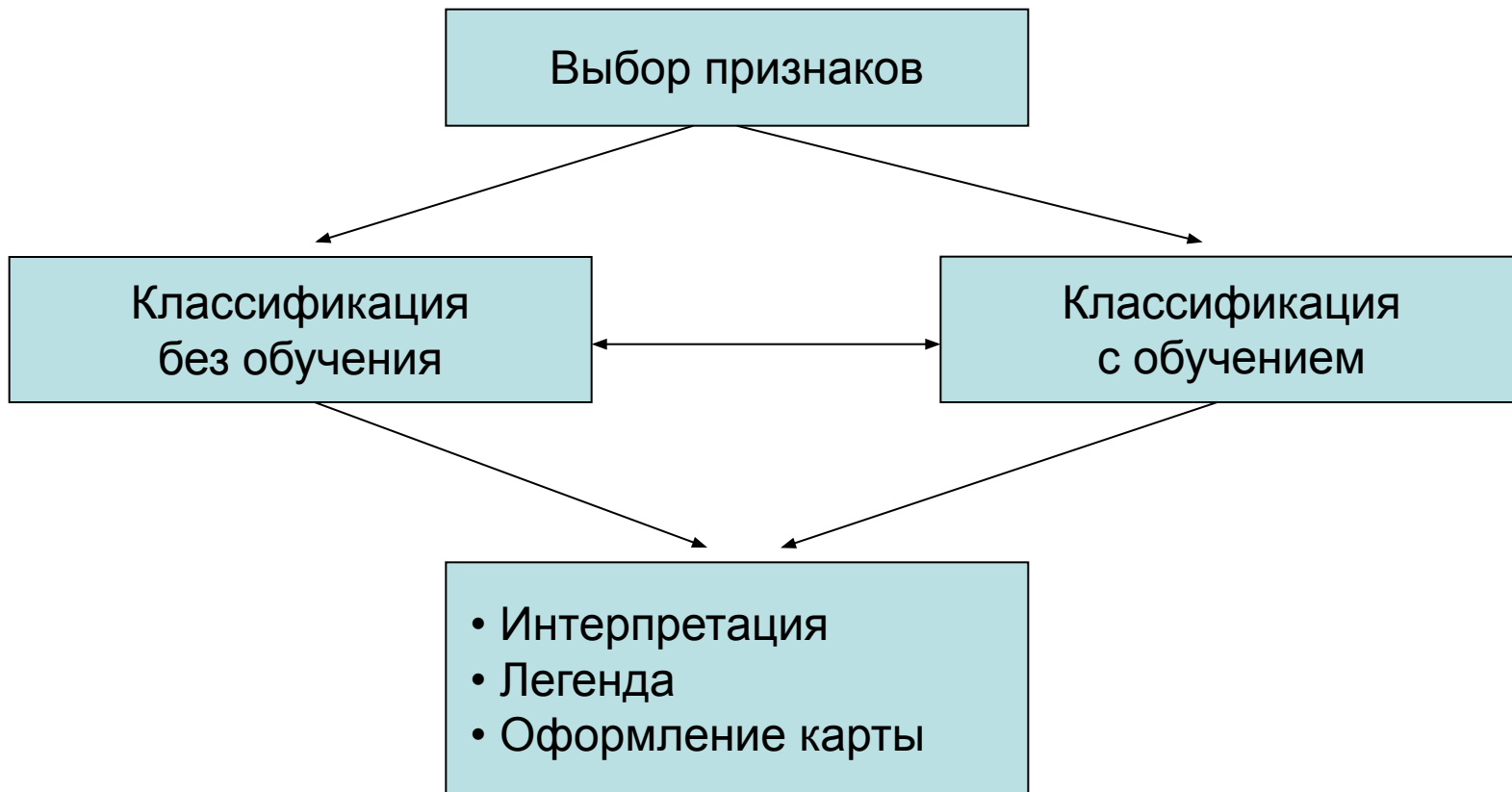
2.

Классификация  
без обучения

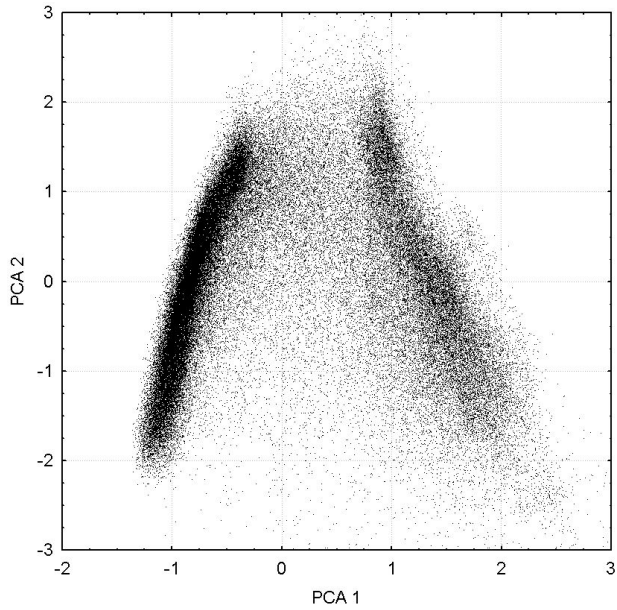
Классификация  
с обучением

3.

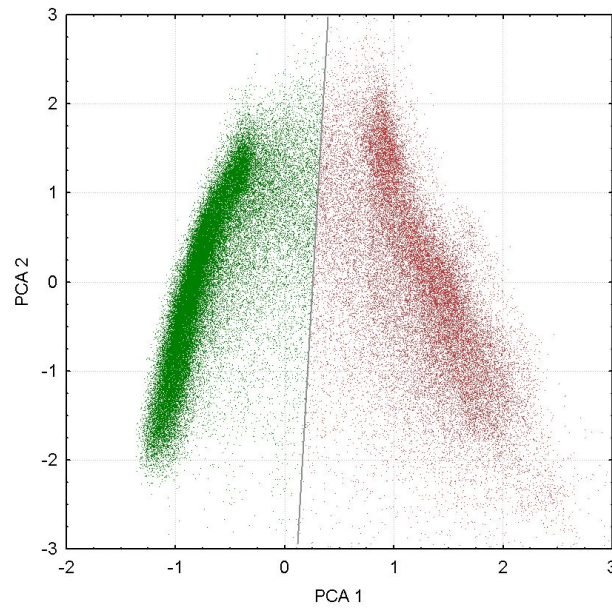
- Интерпретация
- Легенда
- Оформление карты



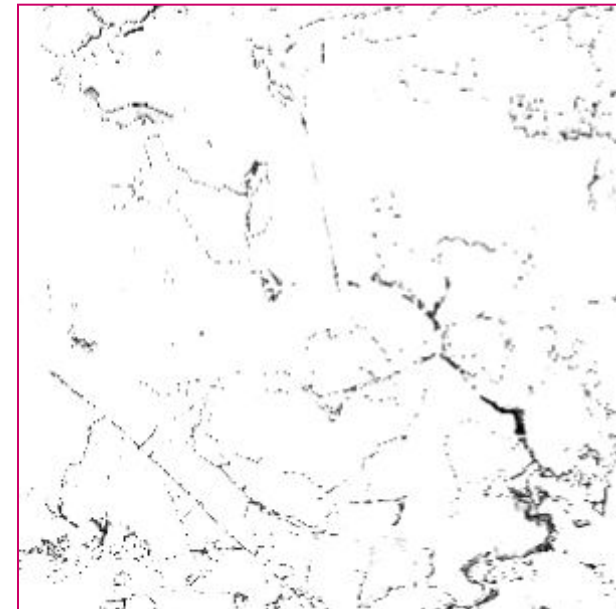
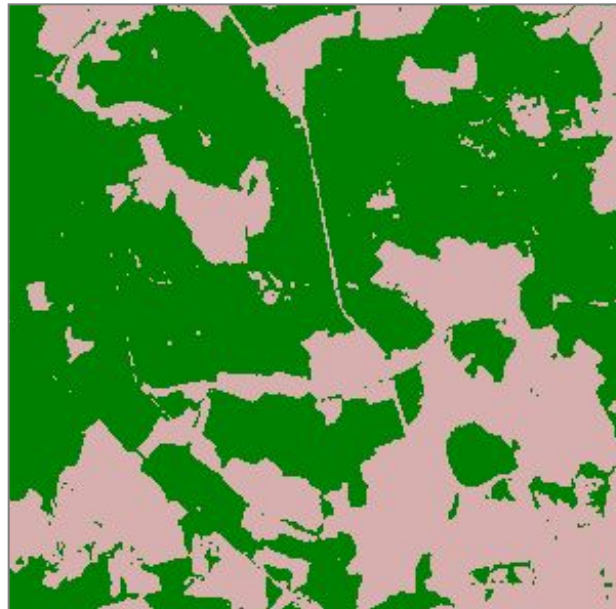
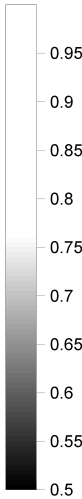
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ



КЛАССИФИКАЦИЯ

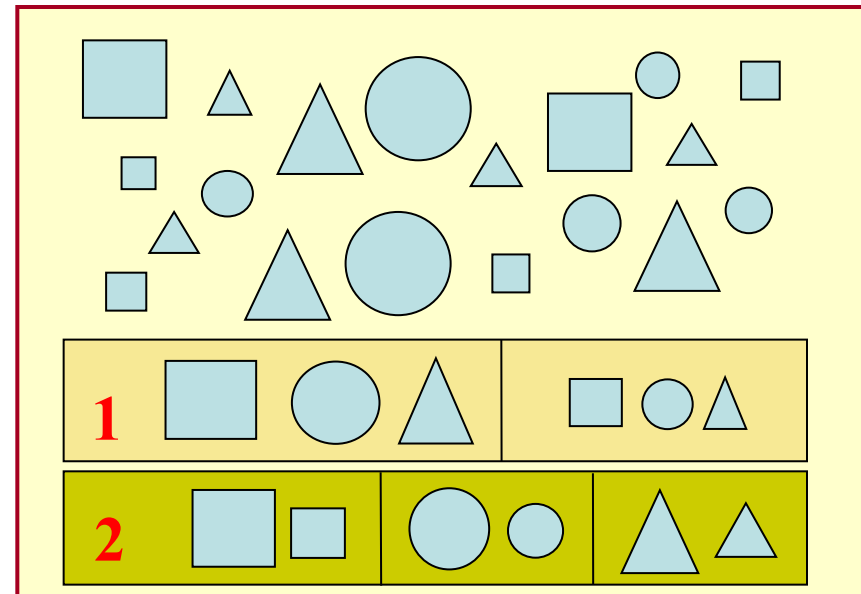


Неопределенность  
классификации

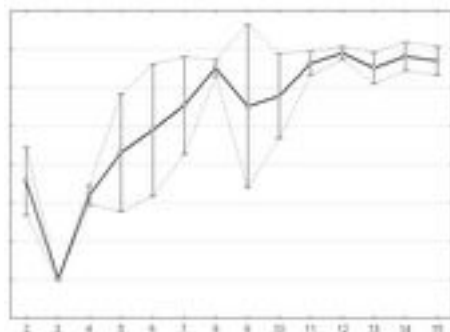
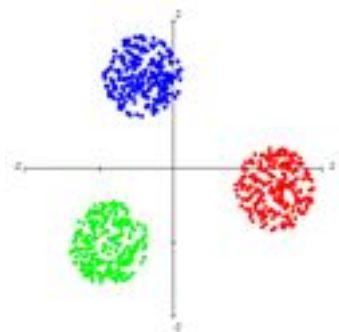


# ПРОБЛЕМЫ

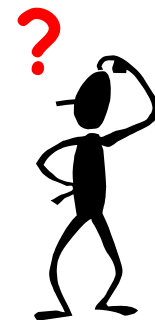
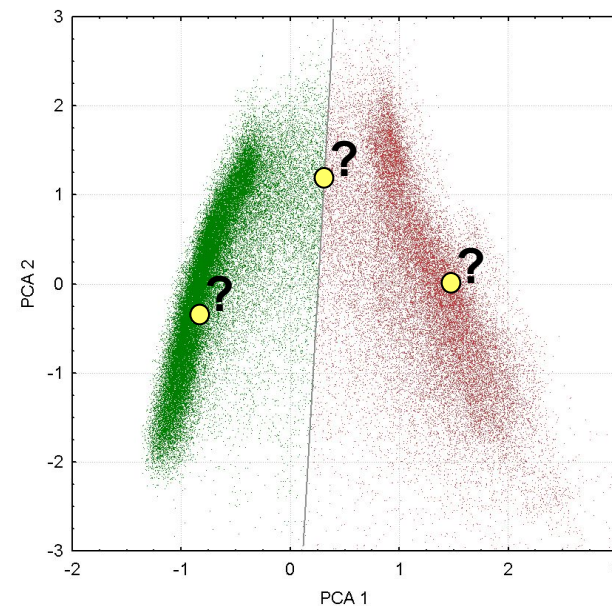
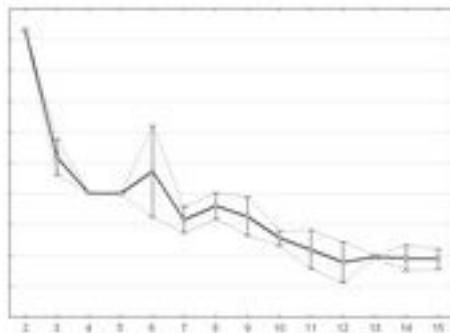
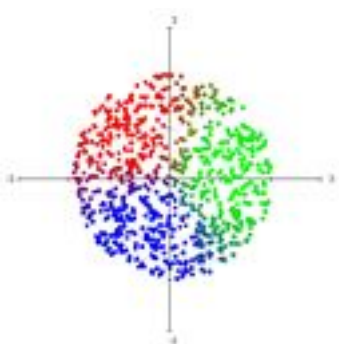
1. Классификационные признаки (КП)
2. Непостоянство КП
3. Способ классификации
4. Неопределенность
5. Дробность (число классов)



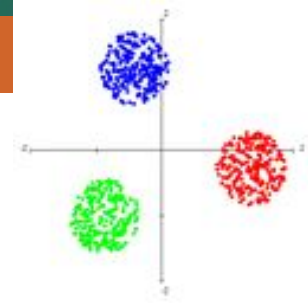
## ДИСКРЕТНОЕ МНОЖЕСТВО



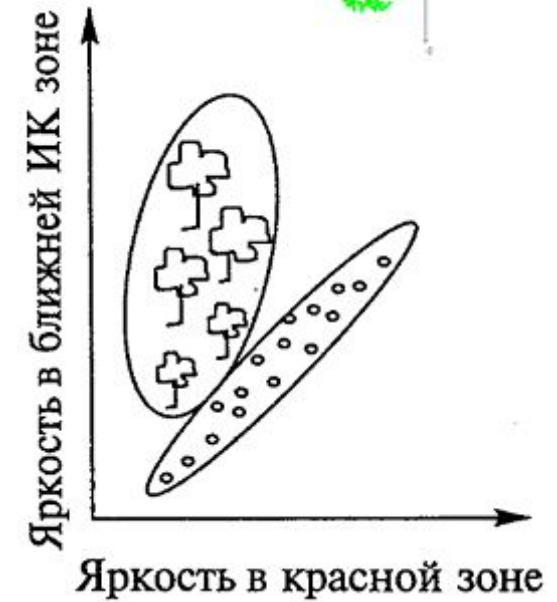
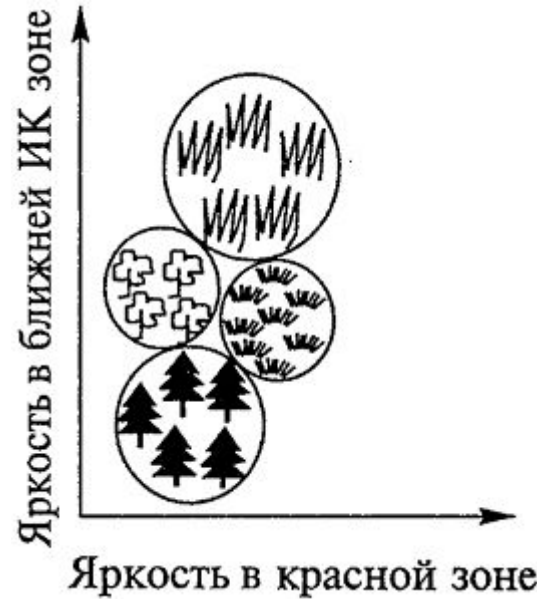
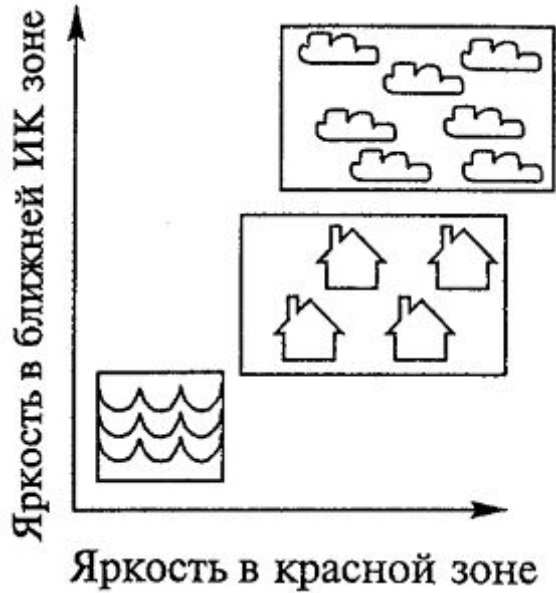
## НЕПРЕРЫВНОЕ МНОЖЕСТВО



# КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЗ ОБУЧЕНИЯ



Объекты, относительно изолированы в пространстве признаков



Области значений яркости не пересекаются

**Способ параллелепипеда**

Области значений яркости разных объектов пересекаются

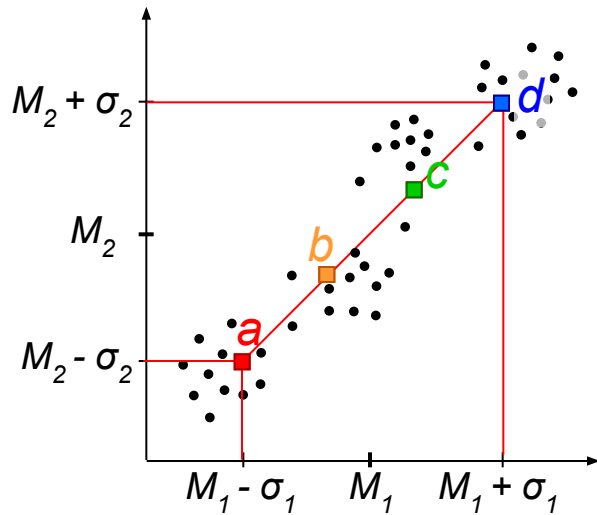
Корреляция между классификационными признаками отсутствует

**(метрика минимального расстояния)**

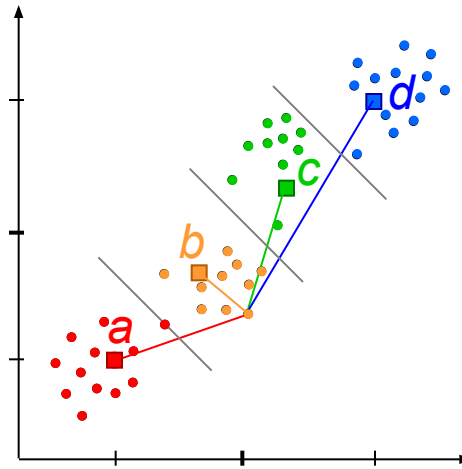
Существует корреляция между зональными значениями яркост

**(метрика максимального правдоподобия)**

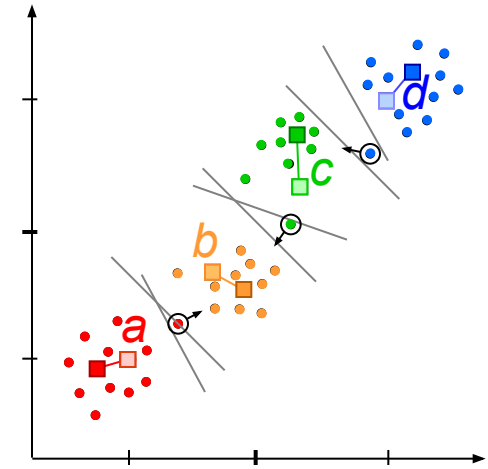
## Iterative **S**elf-**O**rganizing **D**ata **A**nalysis **T**echnique итеративный самоорганизующийся способ анализа данных



ШАГ 1. Деление признакового пространства на N равных диапазонов

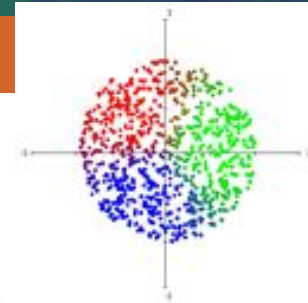


ШАГ 2. Каждый пиксель относится в определенный кластер по принципу минимального расстояния

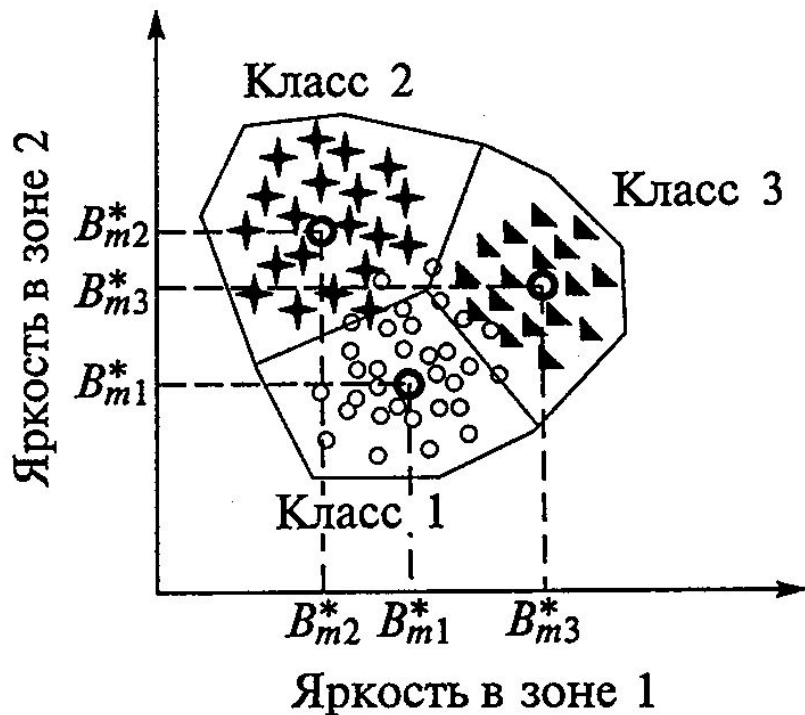


ШАГ 3. Результирующее положение центров и границ кластеров

# КЛАССИФИКАЦИЯ С ОБУЧЕНИЕМ

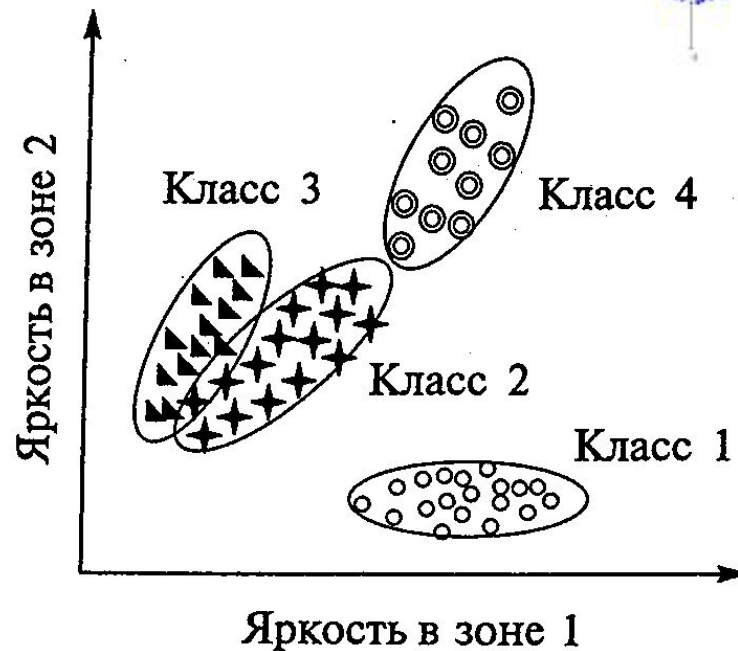


Если спектральные яркости выделяемых объектов меняются непрерывно и плавно



Классификация способом  
минимального расстояния  
Спектральное расстояние D

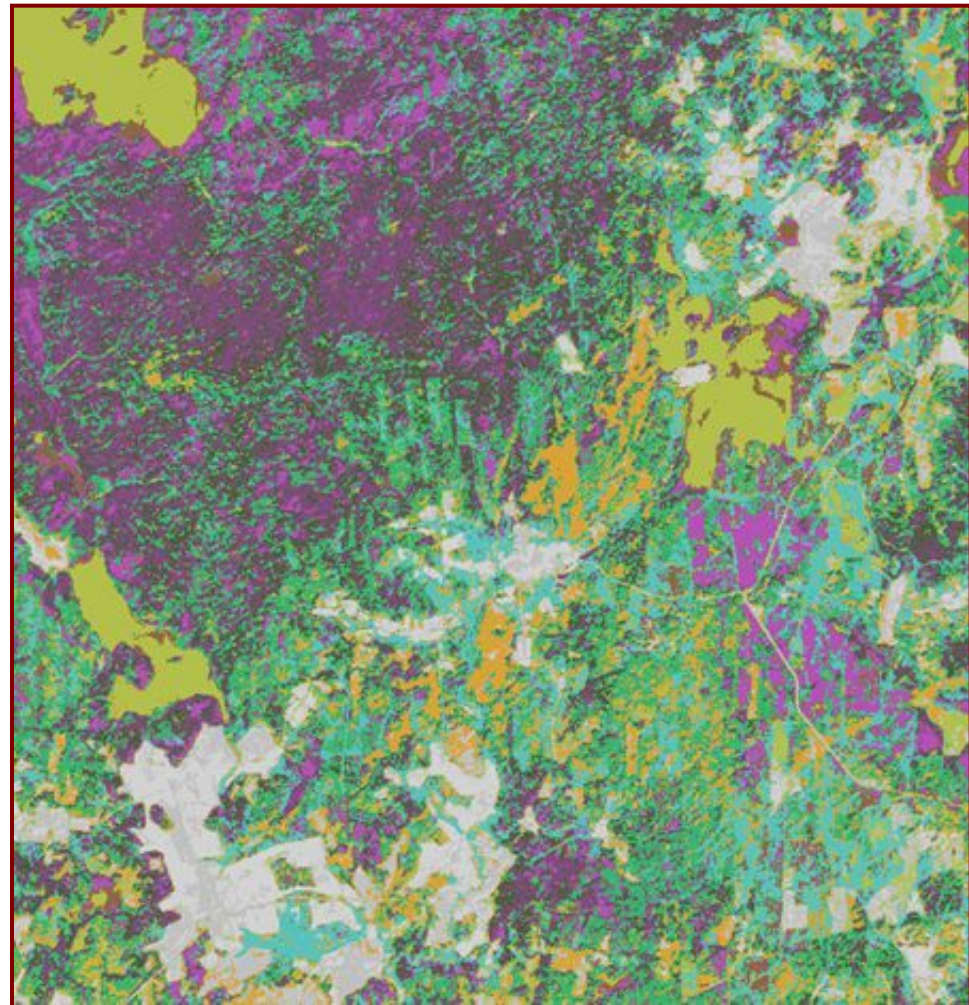
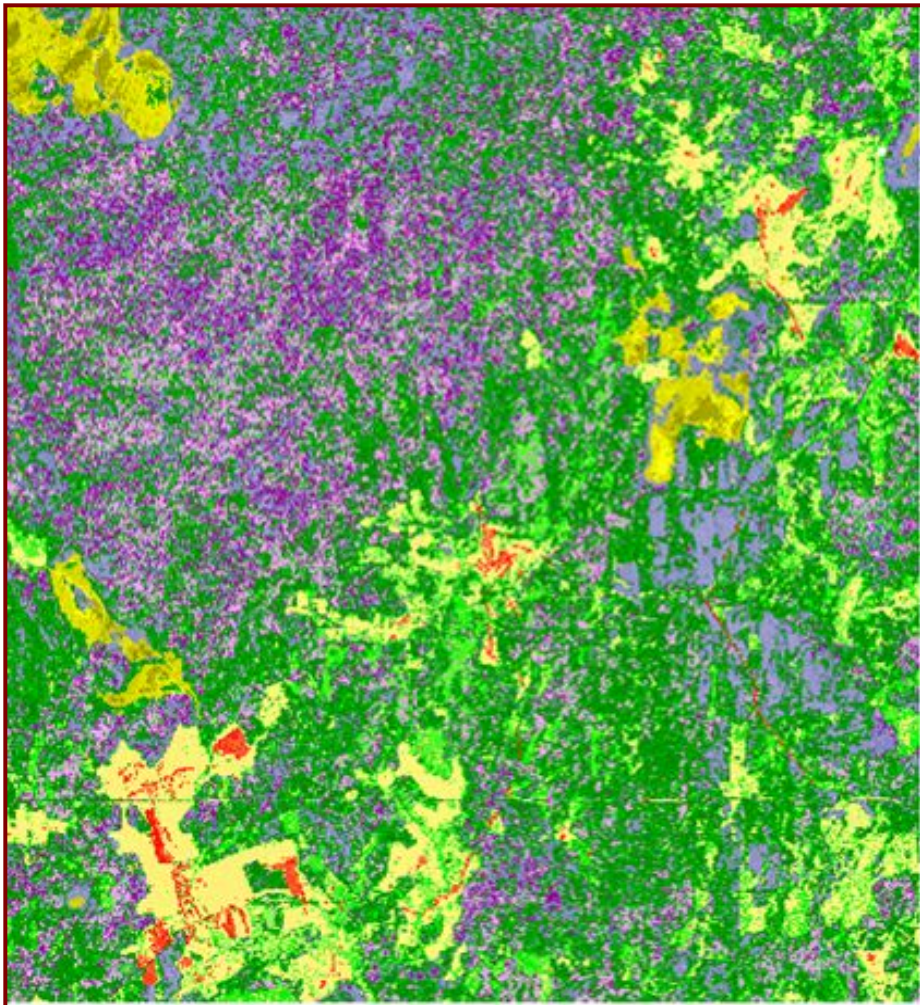
$$D_{ic} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (B_i^* - B_{mc}^*)^2}$$



Классификация способом  
максимального  
правдоподобия  
Расстояние Махаланобиса

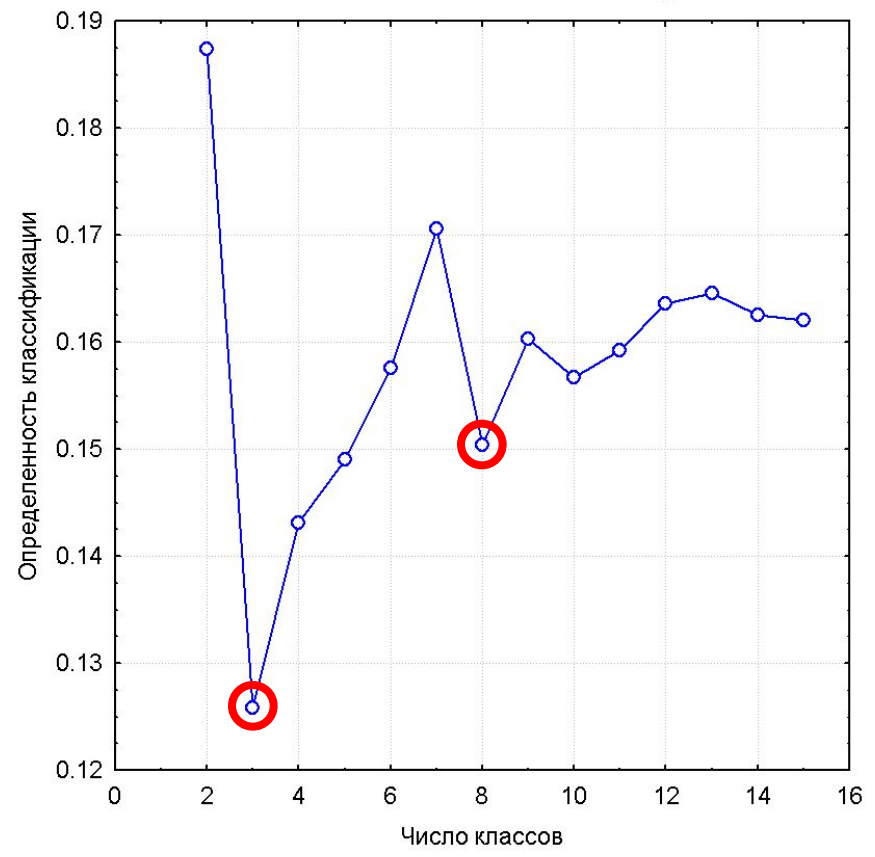
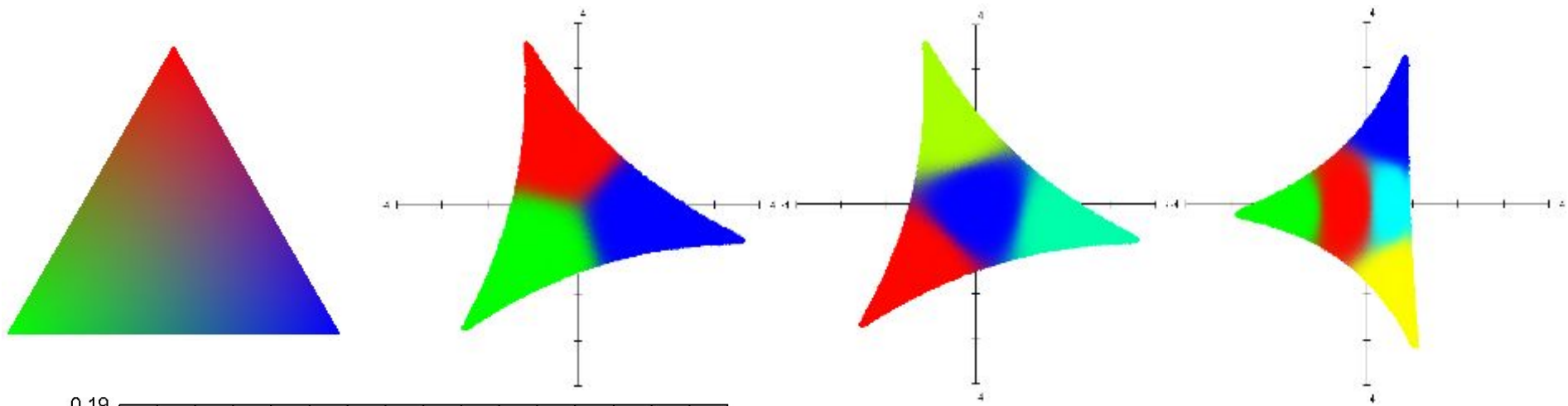
$$DM_{ic} = (X_{B_i^*} - M_{B_c^*})^T \cdot Cov_{B_c^*}^{-1} \cdot (X_{B_i^*} - M_{B_c^*})$$

# КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЗ и С ОБУЧЕНИЕМ

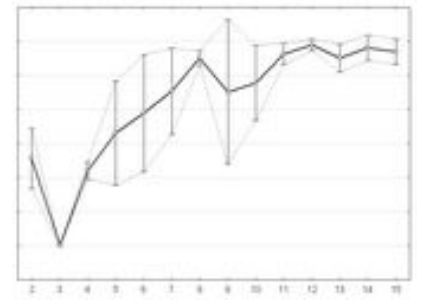
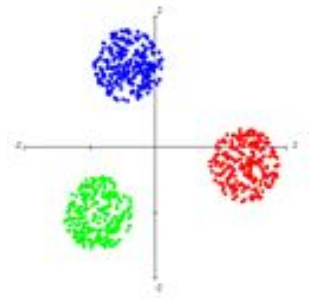




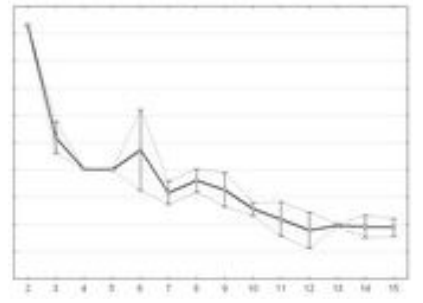
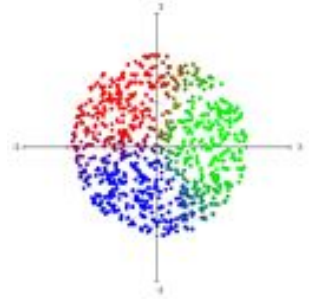
# ОБОСНОВАНИЕ ДРОБНОСТИ КЛАССИФИКАЦИИ



## ДИСКРЕТНОЕ МНОЖЕСТВО

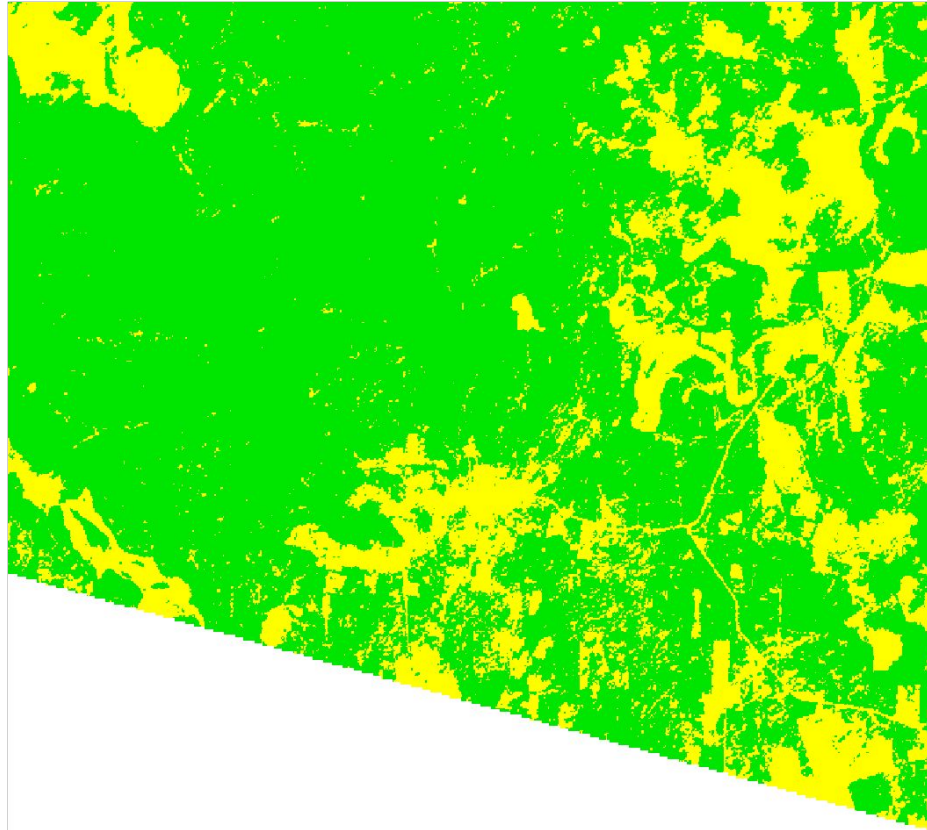


## НЕПРЕРЫВНОЕ МНОЖЕСТВО

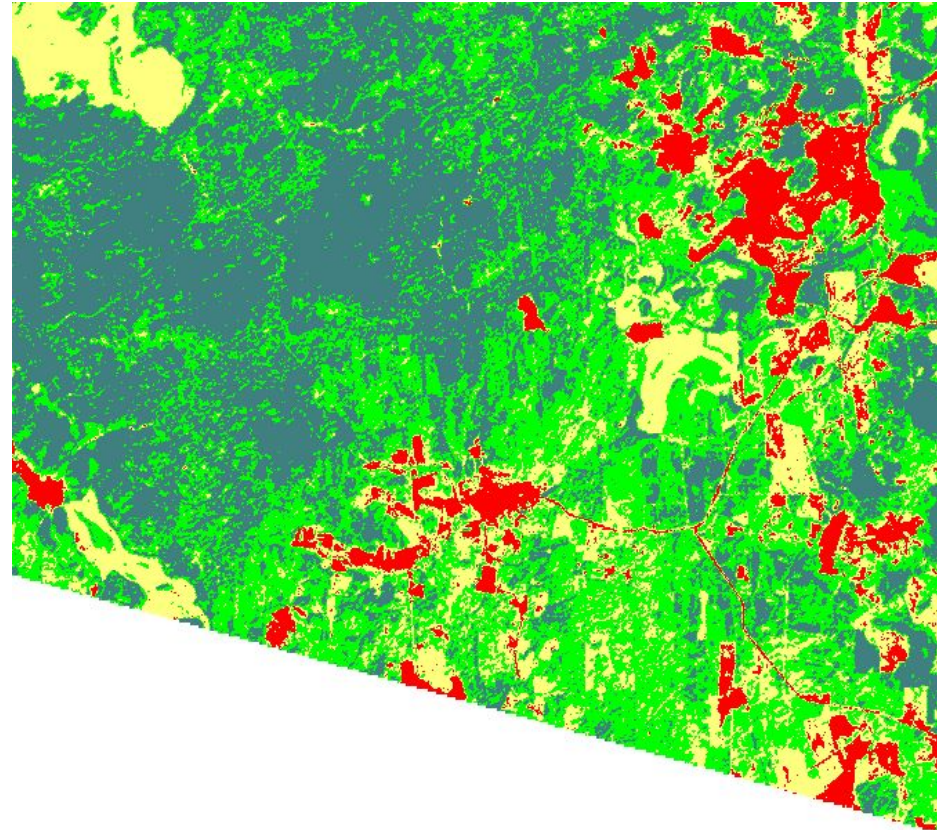


## ДИХОТОМИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ

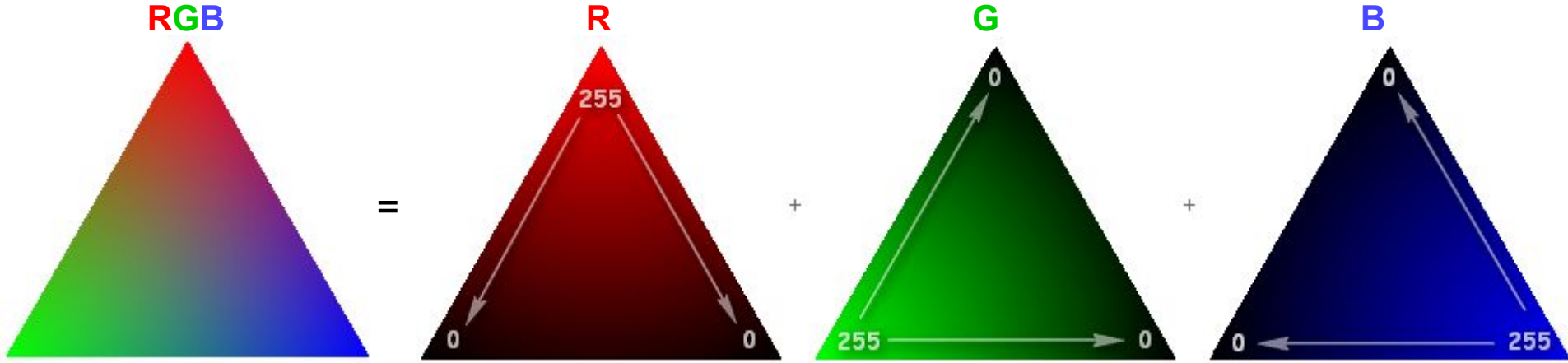
ПЕРВЫЙ УРОВЕНЬ (2 класса)



ВТОРОЙ УРОВЕНЬ (4 класса)



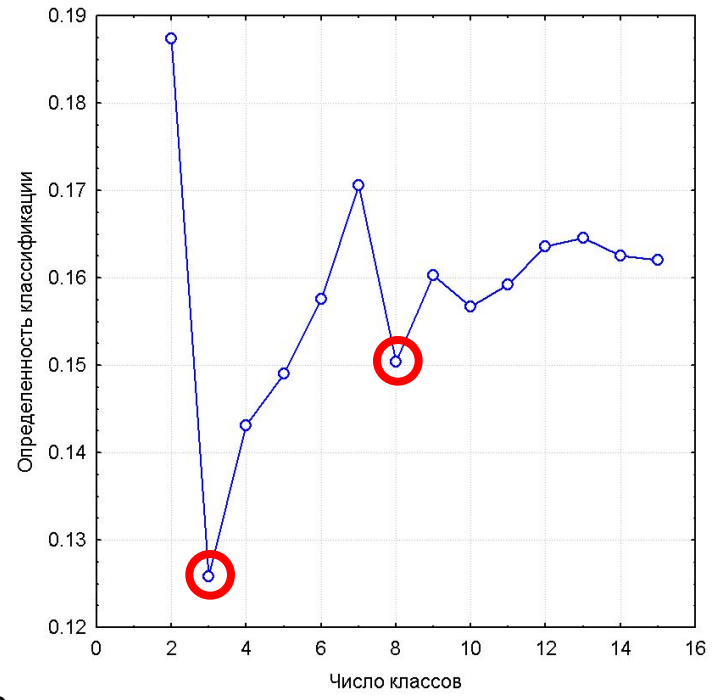
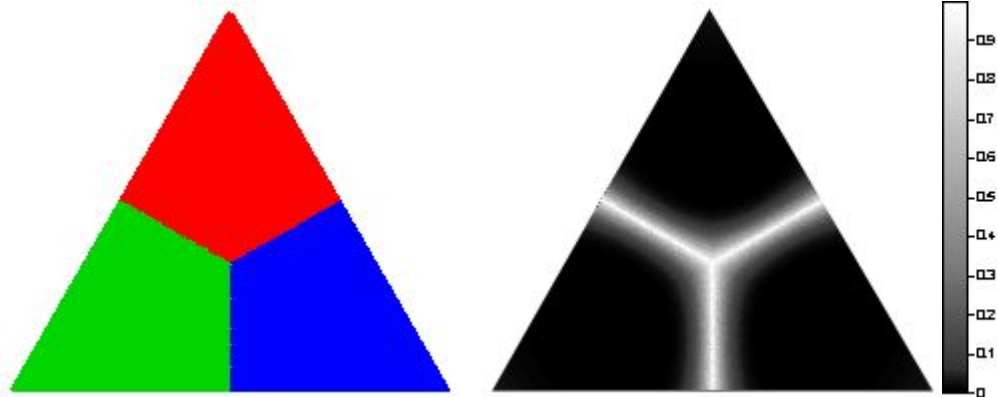
# ТЕСТОВЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ



Классификация на 3 класса

результат

неопределенность



Растр 220 колонок x 192 строк

Число пикселей 42020, из них незначащие (No Data Cells) - 20728

# ТЕСТОВЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

RGB

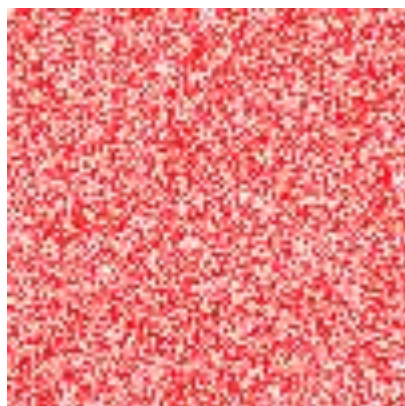
R

G

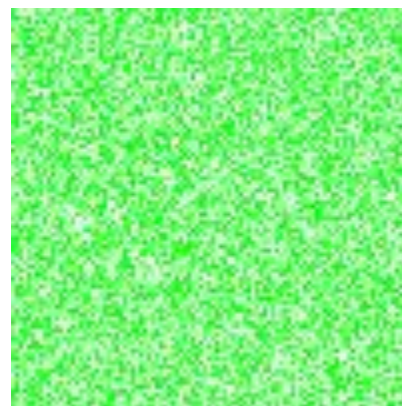
B



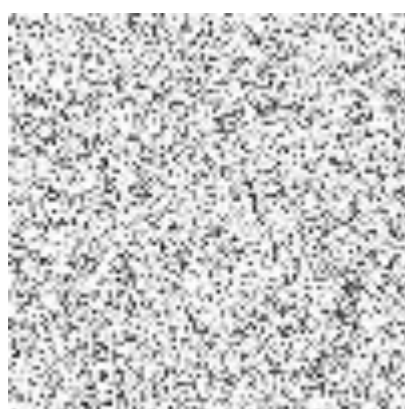
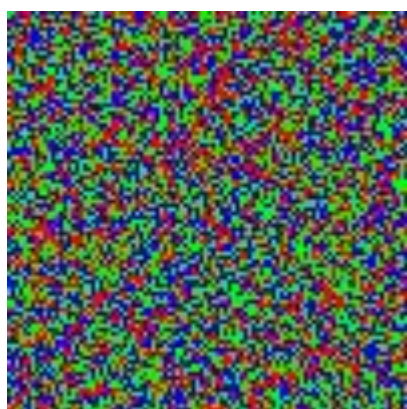
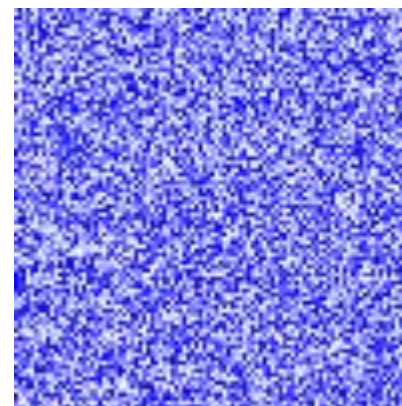
=



+



+



Тестовое множество RGB получено совмещением трех случайных подмножеств R, G, B. Значения элементов подмножеств получены генератором случайных чисел и принимают значения от 0 до 1. Размер тестового изображения 100x100 пикселей.

# ТЕСТОВЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ 100x100 пикселей

Центрально-Лесной заповедник, участки условно-коренных и производных лесов, ветровалы, верховое болото "Старосельский мох" и поле д.Староселье. Разрешение - 28.5 м.

Landsat 7 ETM+ 22 марта

Landsat 5 TM 27 апреля 2000

Landsat 5 TM 30 мая 1992

Landsat 7 ETM+ 20 июня 2001

Landsat 7 ETM+ 27 сентября 2000



САТИНО. Разрешение - 30 м.

Landsat 5 TM 30 августа 1992

Landsat 7 ETM+ 30 мая 2002

Landsat 5 TM 20 мая 2007



# ПРИЗНАКОВОЕ пространство, ШАПОЧКА С КИСТОЧКОЙ vs. PCA

## преобразование Kauth's Tasseled Cap (LANDSAT 5 for DN Data)

BR (яркость)	$=0.33183*b1+0.33121*b2+0.55177*b3+0.42514*b4+0.48087*b5+0.25252*b7$	Общая яркость, альbedo
GR (зеленость)	$=-0.24717*b1-0.16263*b2-0.40639*b3+0.85468*b4+0.05493*b5-0.11749*b7$	Интенсивность фотосинтеза, чистая продукция,
WET (влажность)	$=0.13929*b1+0.22490*b2+0.40359*b3+0.25178*b4-0.70133*b5-0.45732*b7$	Содержание влаги в зеленой фитомассе

## преобразование Kauth's Tasseled Cap (LANDSAT 7 for Reflectance Data)

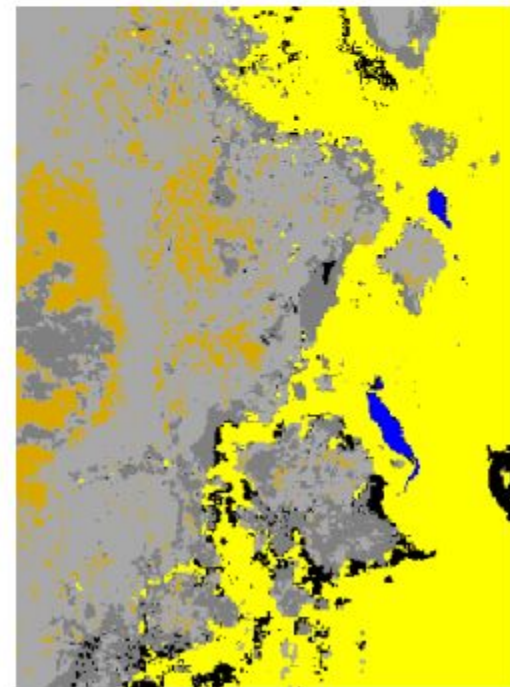
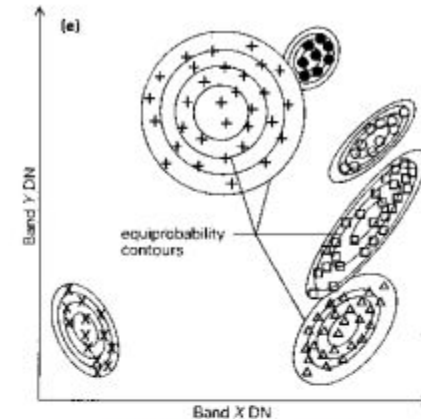
BR (яркость)	$=0.3561*b1+0.3972*b2+0.3904*b3+0.6966*b4+0.2286*b5+0.1596*b7$	Общая яркость, альbedo
GR (зеленость)	$=-0.3344*b1-0.3544*b2-0.4556*b3+0.6966*b4-0.0242*b5-0.2630*b7$	Интенсивность фотосинтеза, чистая продукция,
WET (влажность)	$=0.2626*b1+0.2141*b2+0.0926*b3+0.0656*b4-0.7629*b5-0.5388*b7$	Содержание влаги в зеленой фитомассе

# Multispectral data products

## Image classification

### Maximum likelihood classifier

- Define a typical (mean) pixel for each class
- Define a covariance matrix (expresses the shape of the space occupied by the sample)
- Calculate the probability that each pixel in the image belongs to that class
- Map classes on the basis of confidence levels
- Usually the best classifier, because the shape of the class' feature space is taken into account



# Multispectral data products

## Image classification

Minimum distance or nearest neighbour classifier

- Define a typical pixel for each class
- Assign pixels on the basis of spectral distance
- Does not account for the shape of space occupied by the class

