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	+
19.11	**Классификация изображений (признаки, алгоритм, интерпретация)**	**+**
	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	

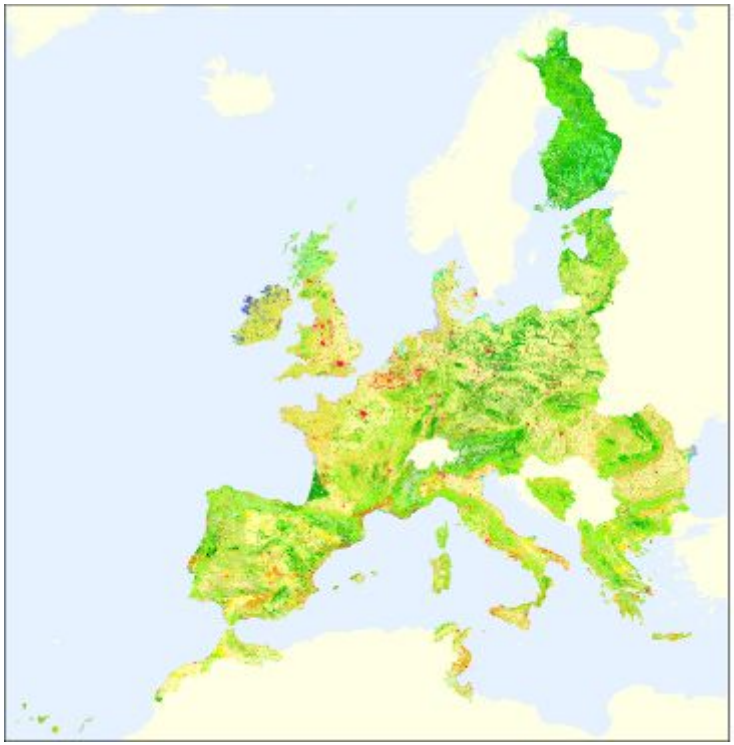
Козлов Даниил Николаевич, daniilkozlov@gmail.com
кафедра физической географии и ландшафтоведения (ФГиЛ)

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^2). 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	3.1.1 Broad-leaved forest
		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

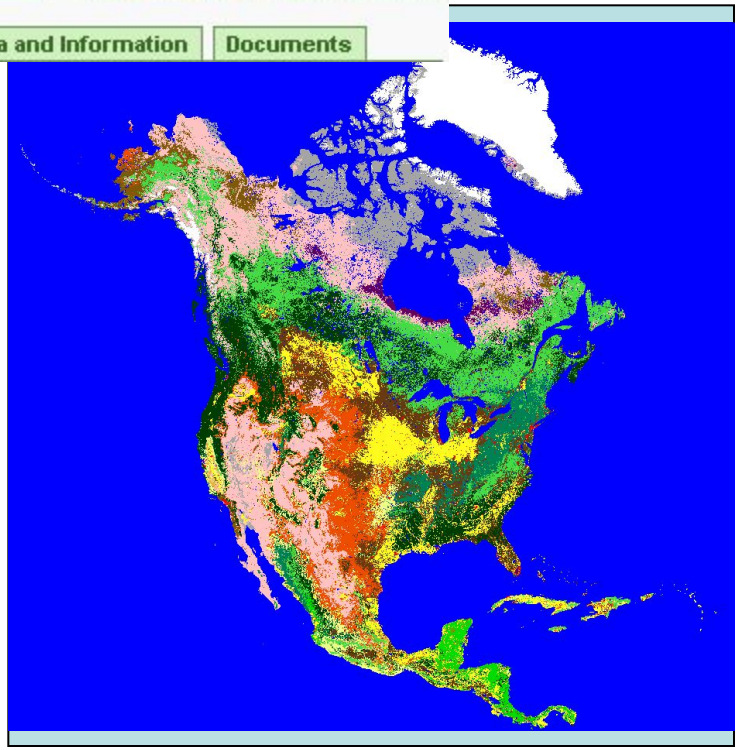


Land-Cover and Land-Use Change Program

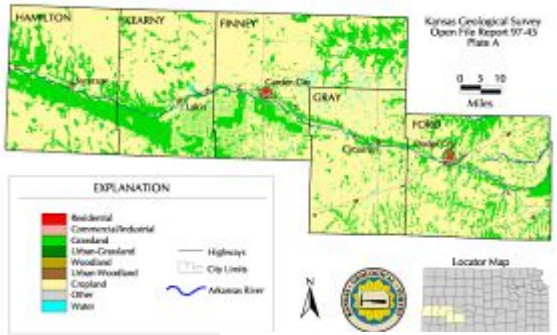
L C L U C

Home | Program Information | Science Themes | Regional Initiatives | Application Themes | Data and Information | Documents

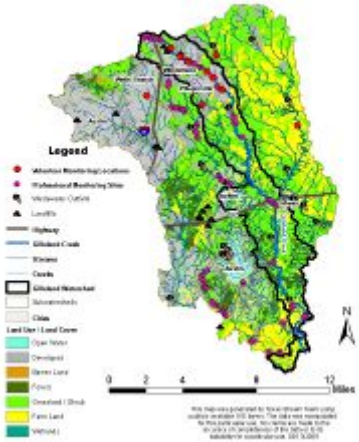
1. Urban or Built-Up Land
    11. Residential
    12. Commercial Services
    13. Industrial
    14. Transportation, Communications
    15. Industrial and Commercial
    16. Mixed Urban or Built-Up Land
    17. Other Urban or Built-Up Land
2. Agricultural Land
    21. Cropland and Pasture
    22. Orchards, Groves, Vineyards, Nurseries
    23. Confined Feeding Operations
    24. Other Agricultural Land
3. Rangeland
    31. Herbaceous Rangeland
    32. Shrub and Brush Rangeland
    33. Mixed Rangeland
4. Forest Land
    41. Deciduous Forest Land
    42. Evergreen Forest Land
    43. Mixed Forest Land
5. Water
    51. Streams and Canals
    52. Lakes
    53. Reservoirs
    54. Bays and Estuaries
6. Wetland
    61. Forested Wetlands
    62. Nonforested Wetlands
7. Barren Land
    71. Dry Salt Flats
    72. Beaches
    73. Sandy Areas Other than Beaches
    74. Bare Exposed Rock
    75. Strip Mines, Quarries, and Gravel Pits
    76. Transitional Areas
    77. Mixed Barren Land
8. 8 Tundra
    81. Shrub and Brush Tundra
    82. Herbaceous Tundra
    83. Bare Ground
    84. Wet Tundra
    85. Mixed Tundra
9. Perennial Snow and Ice
    91. Perennial Snowfields
    92. Glaciers

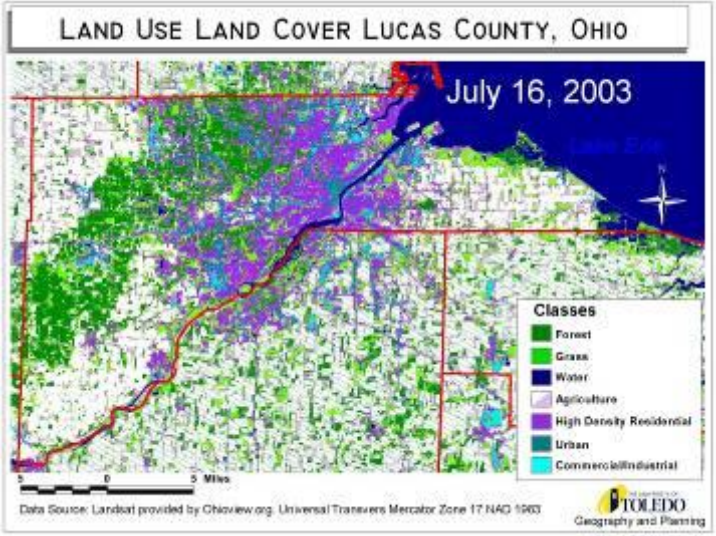


Land Cover Classification in the Upper Arkansas River Corridor Study Area



Gilleland Creek
Land Use / Land Cover





Michigan Land/Use Cover Classification System

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)

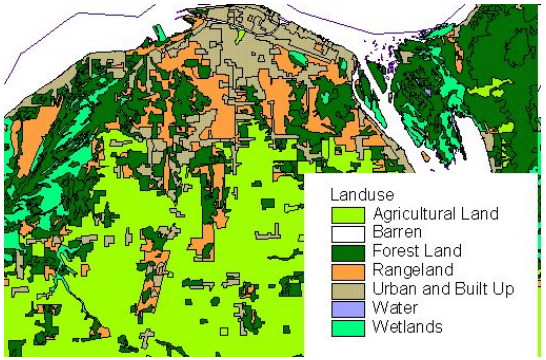
Level II < *1:80,000*
Level III *1:20,000 to 1:80,000*
Level IV > *1:20,000*.

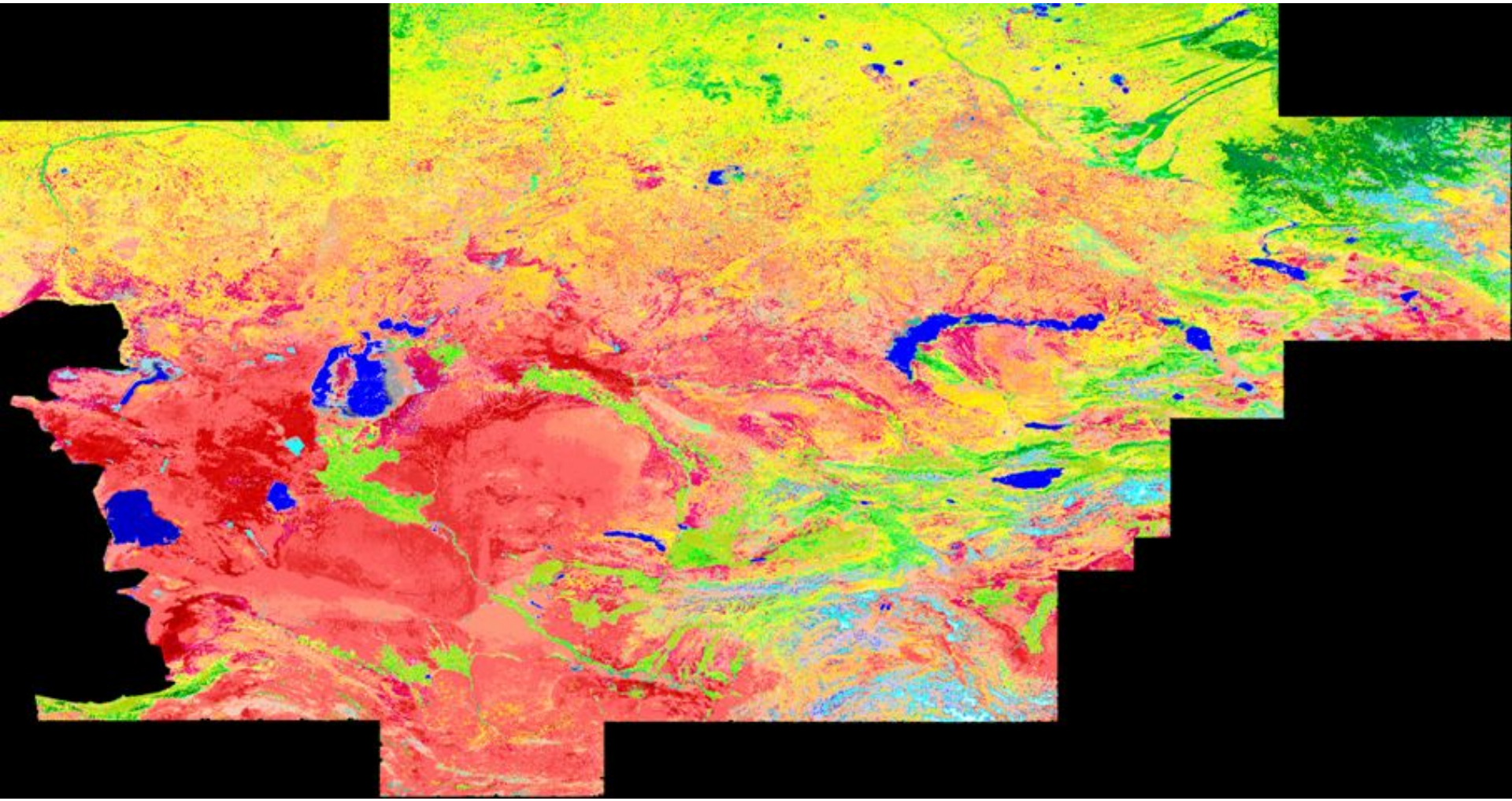
4 Forest Land (Level I)

42 Coniferous Forest (Level II)

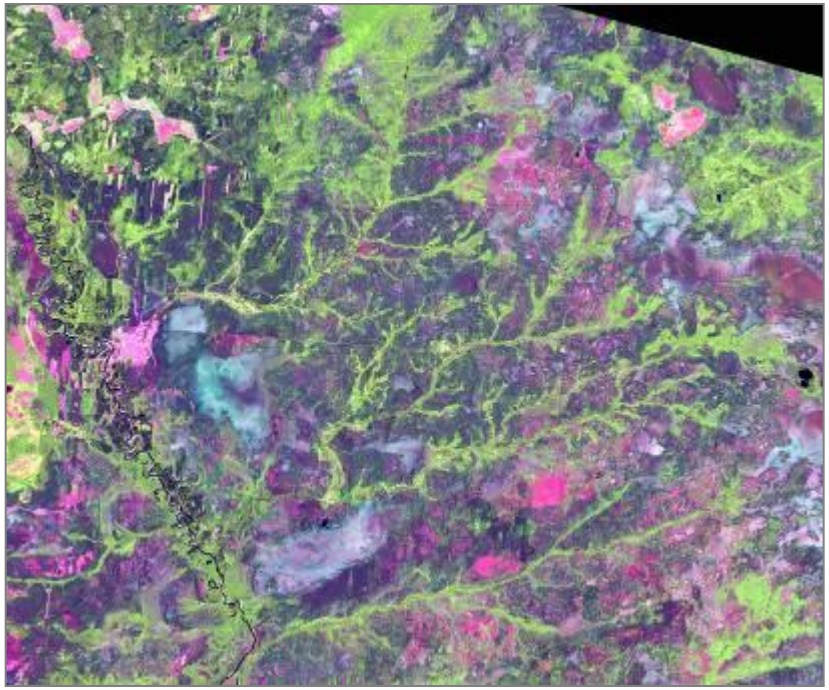
421 Upland conifers (Level III)
- 4211 **White pine predominates** (Level IV)
- 4212 **Red pine predominates** (Level IV)
- 4213 **Jack pine predominates** (Level IV)
- 4214 **Scotch pine predominates** (Level IV)
- 4215 **White spruce perdominates** (Level IV)
- 4219 **Other** (Level IV)

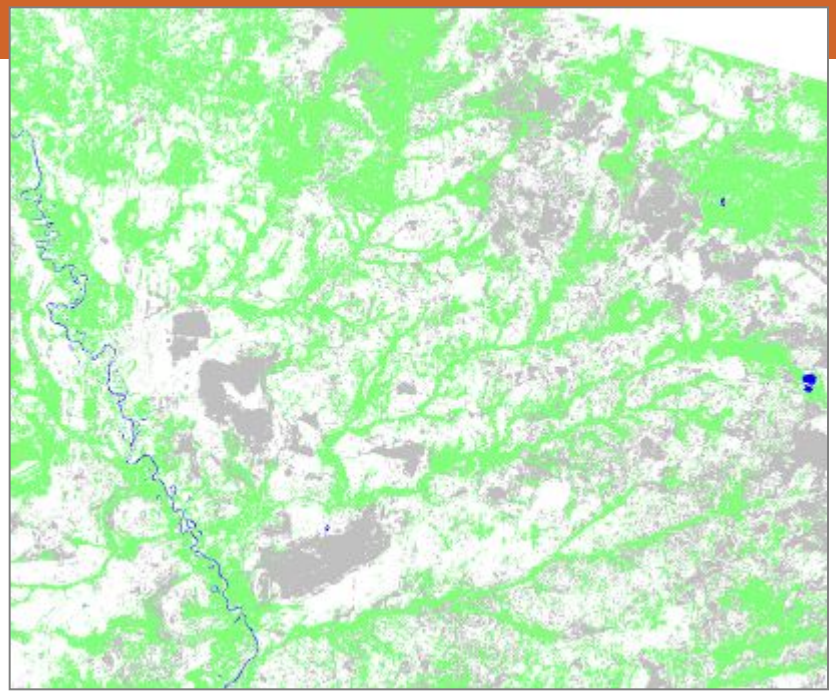
422 Lowland conifers (Level III)
- 4221 **Cedar predominates** (Level IV)
- 4222 **Black spruce predominates** (Level IV)
- 4223 **Tamarack Predominates** (Level IV)
- 4224 **Balsam fir-white spruce predominates** (Level IV)
- 4225 **Balsam fir predominates** (Level IV)
- 4229 **Other** (Level IV)

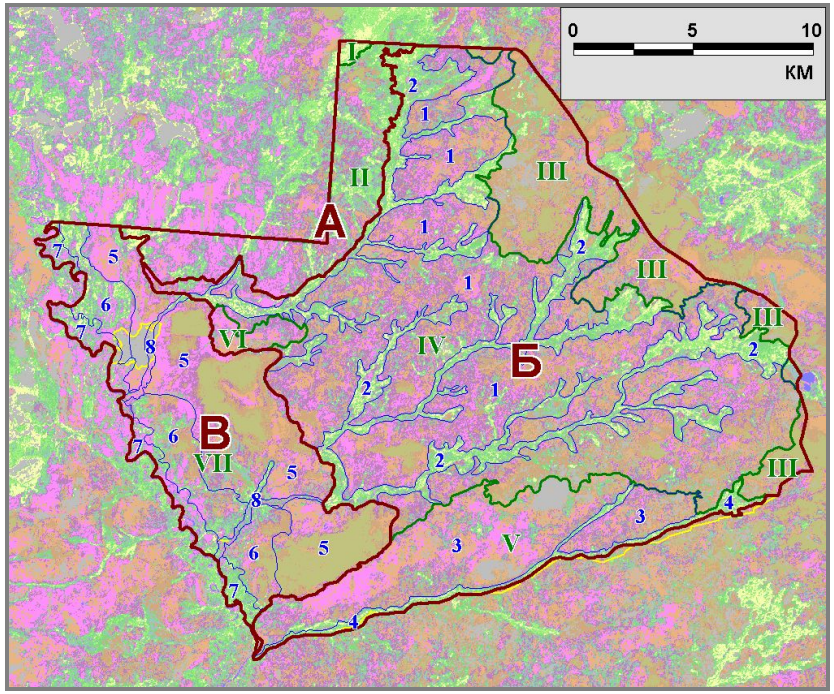




КЕРЖЕНСКИЙ ЗАПОВЕДНИК

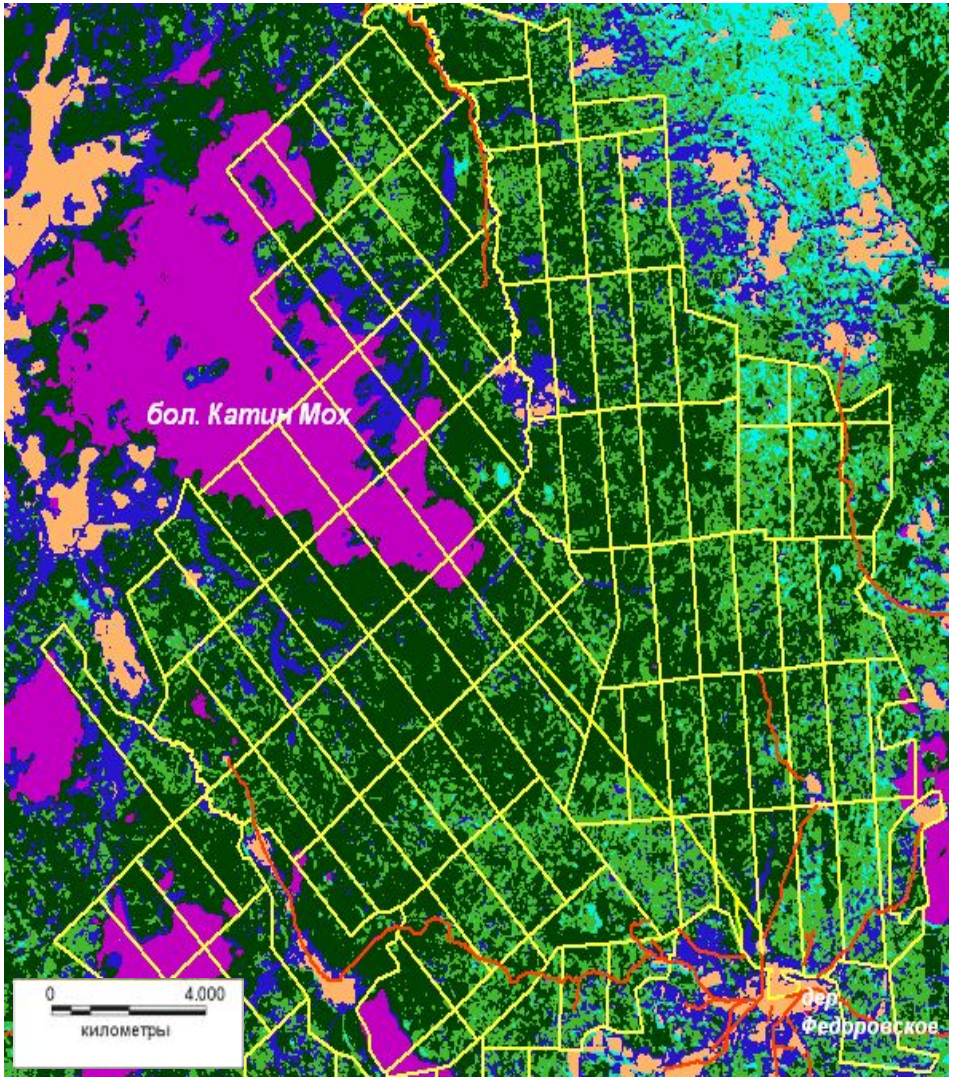






Снежный покров в коренных и производных сообществах южной тайги (Центрально-Лесной заповедник)

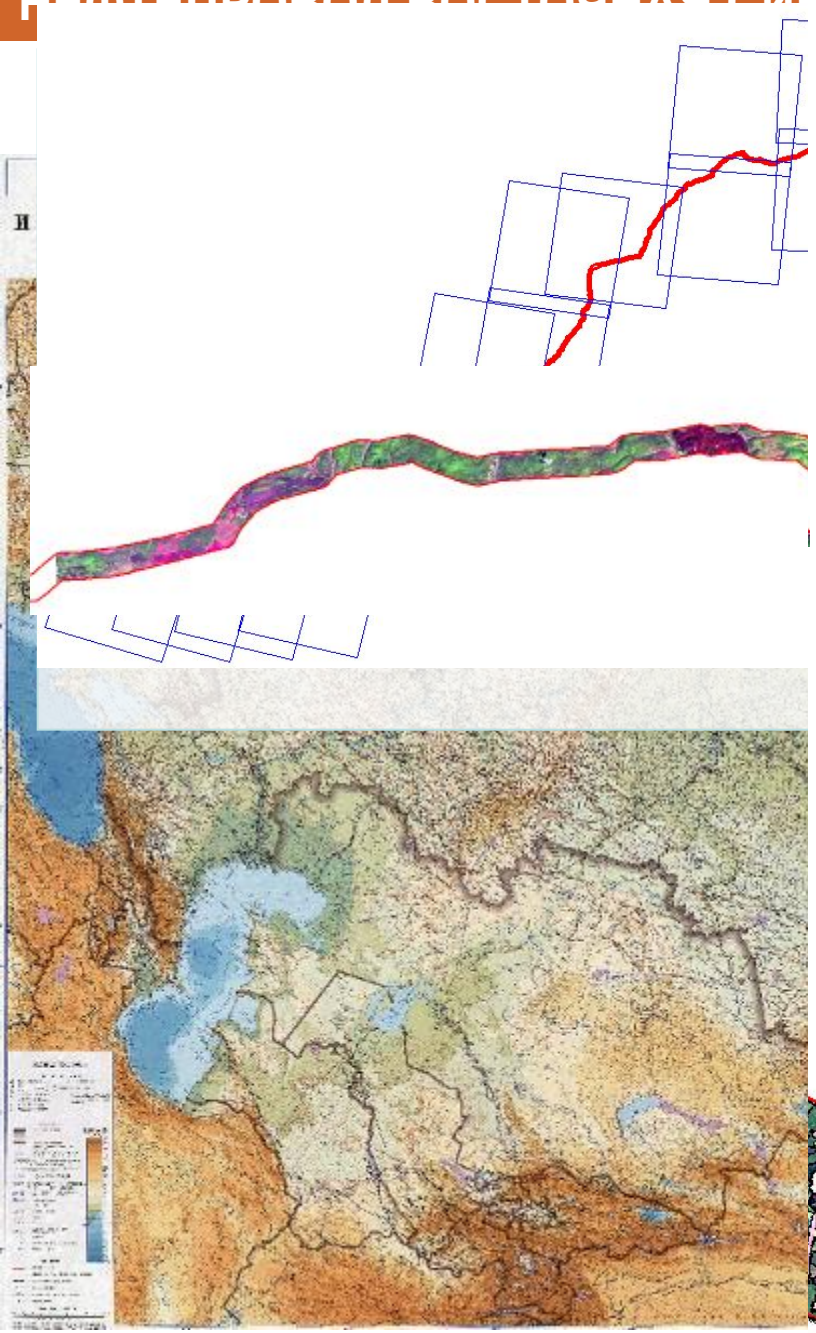
НСО 2010

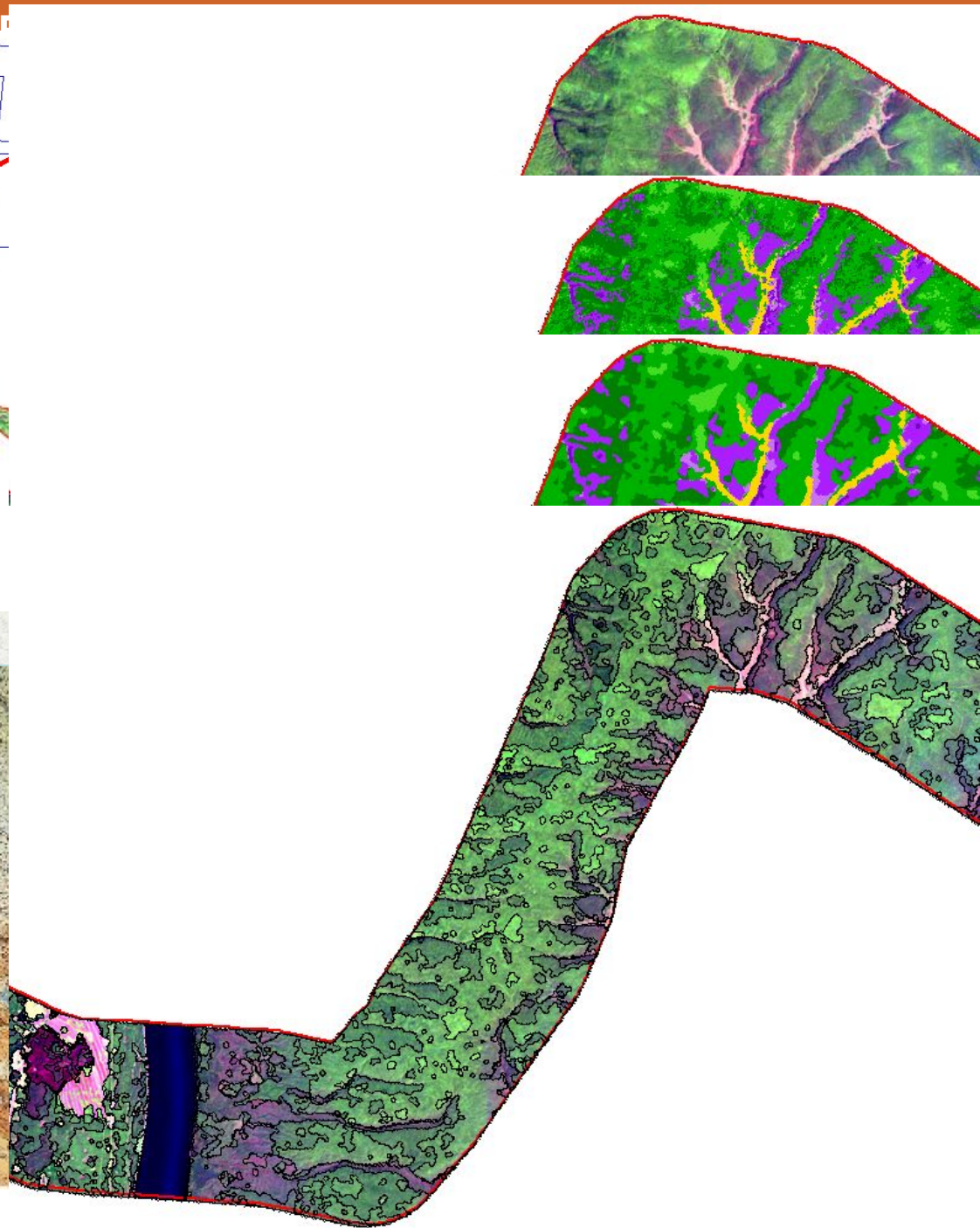


Landsat 5 TM
разрешение 30м

6 потенциально различных типов условий снегонакопления

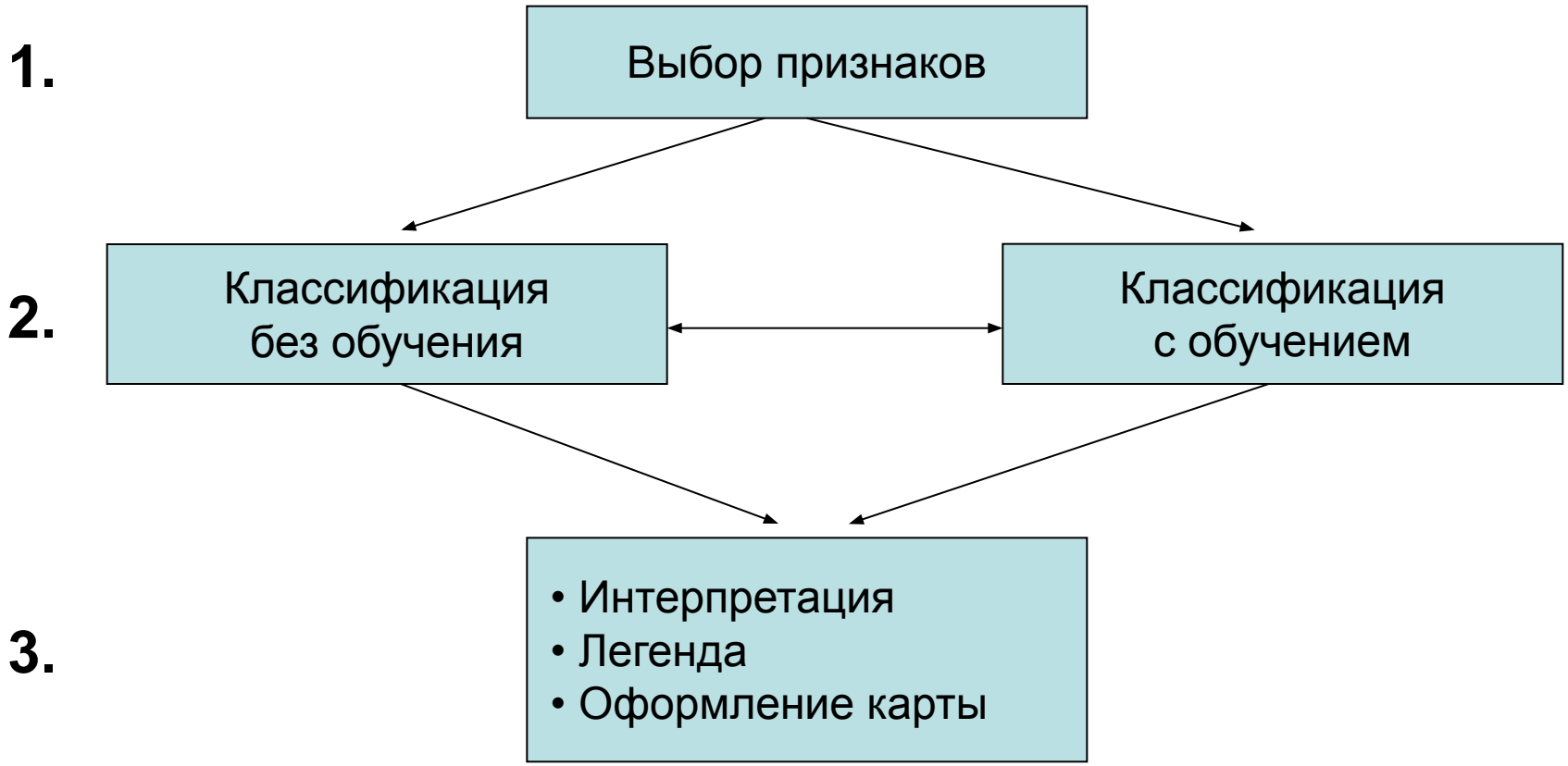
НЕФТЕПРОВОД ВОСТОЧНАЯ СИБ





СЕГМЕНТАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ (Image Segmentation)

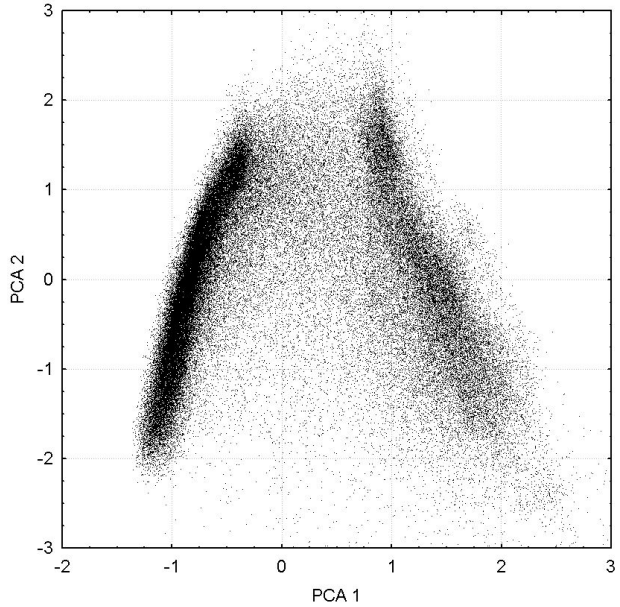
КЛАССИФИКАЦИЯ – разделение всех пикселей снимка по их спектральным признакам на группы, соответствующие разным объектам



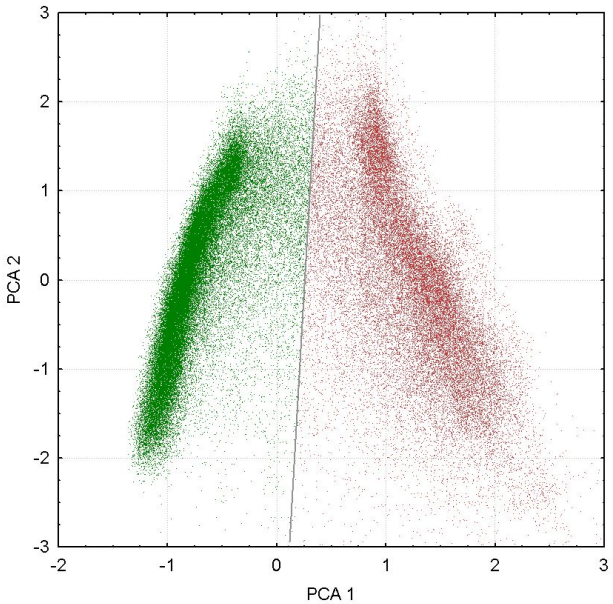
СЕГМЕНТАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ (Image Segmentation)

МАЛИНКИ

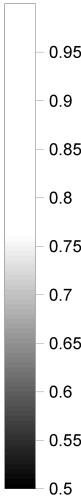
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

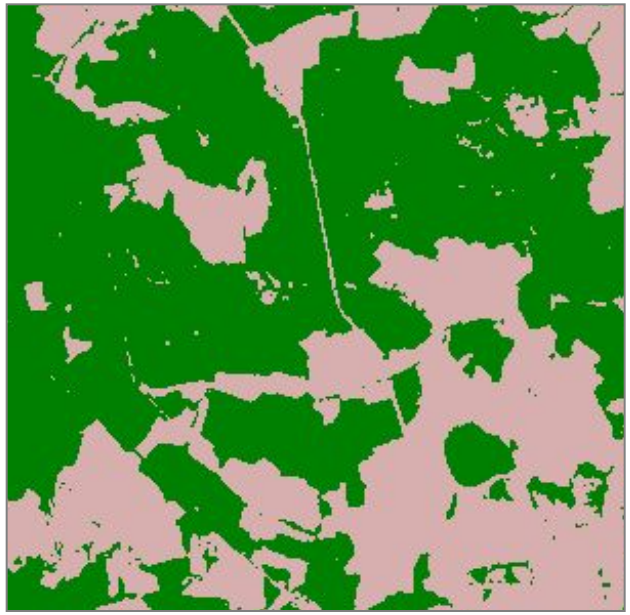


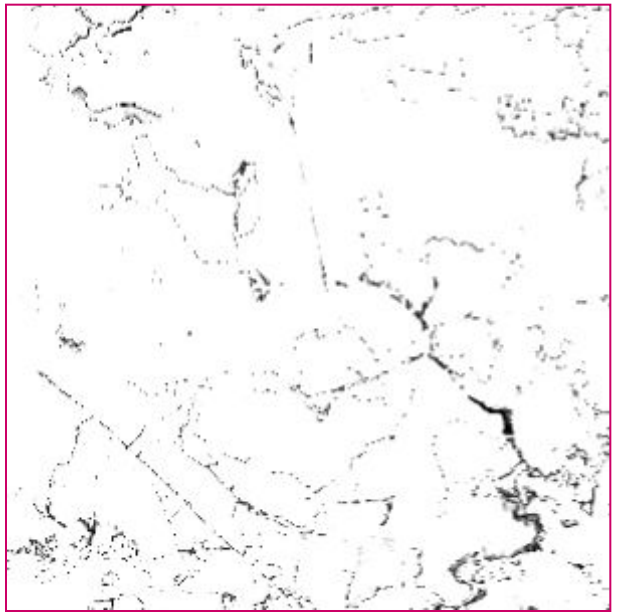
КЛАССИФИКАЦИЯ



Неопределенность классификации

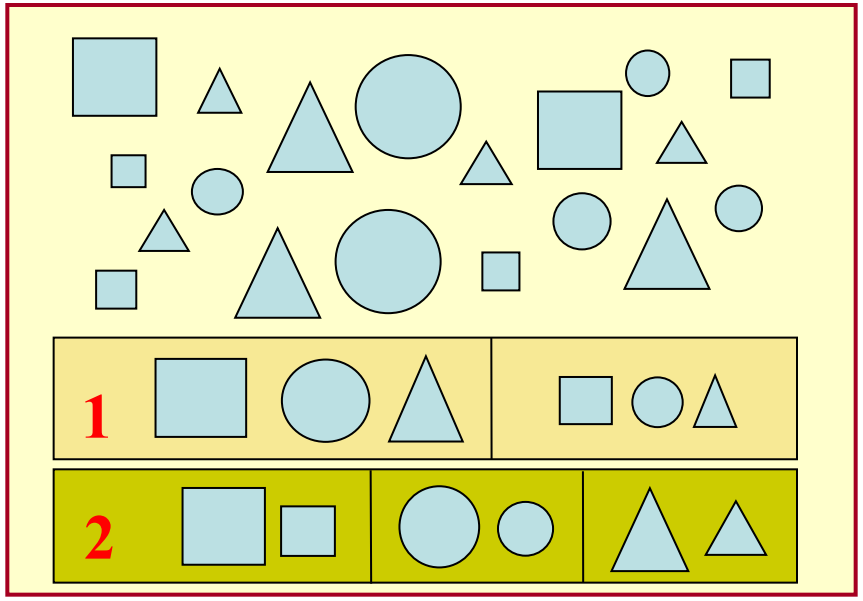




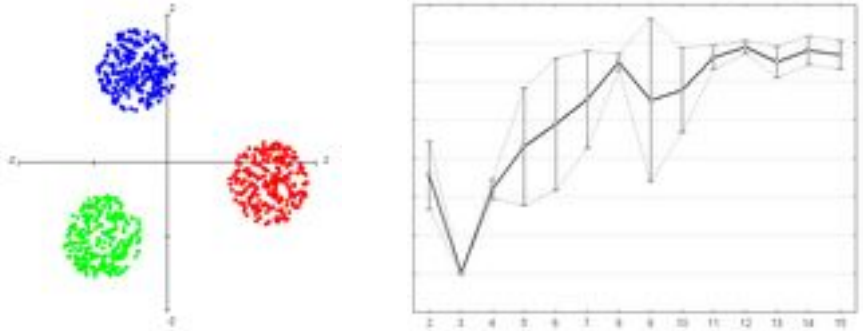


ПРОБЛЕМЫ

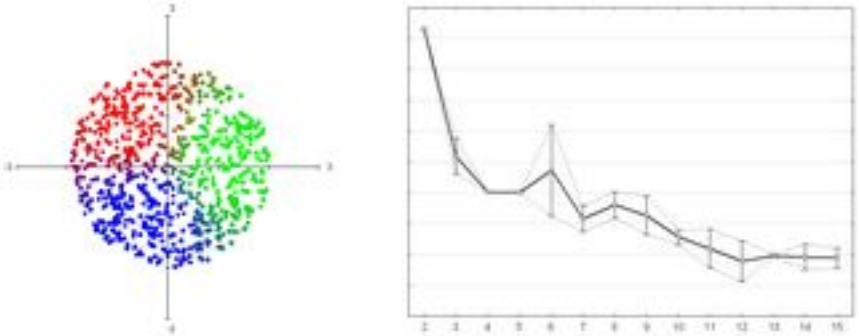
1. Классификационные признаки (КП)
2. Непостоянство КП
3. Способ классификации
4. Неопределенность
5. Дробность (число классов)

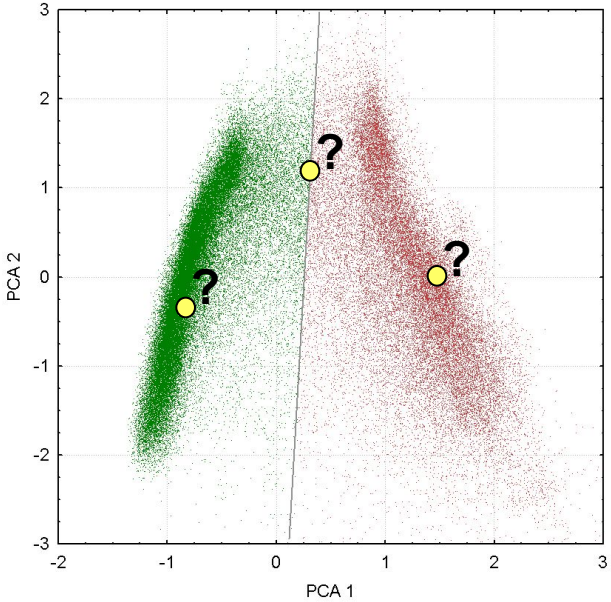


ДИСКРЕТНОЕ МНОЖЕСТВО

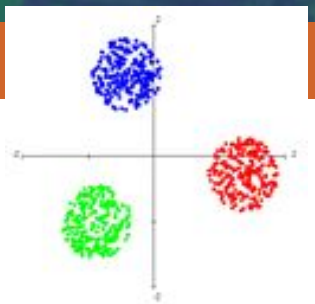


НЕПРЕРЫВНОЕ МНОЖЕСТВО

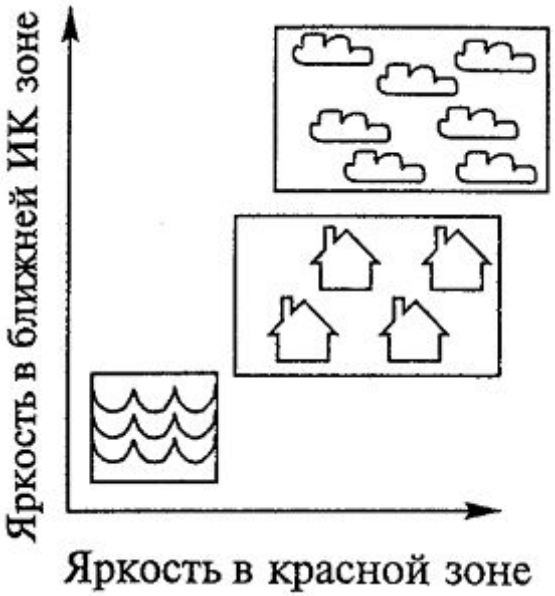


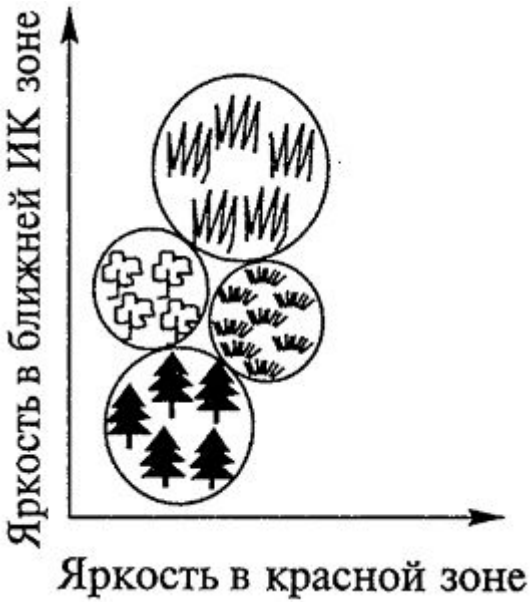


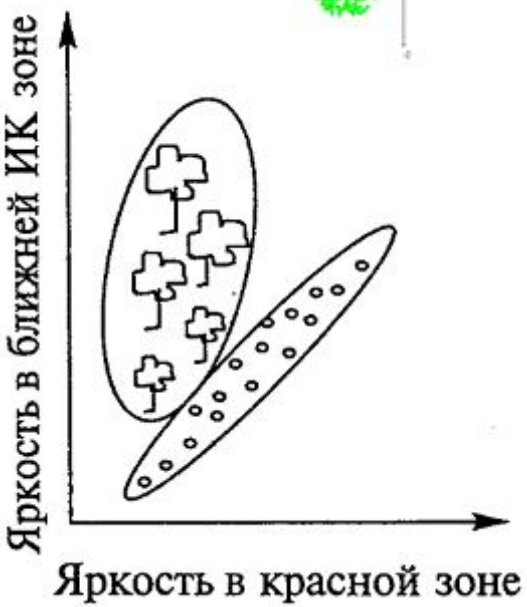
КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЗ ОБУЧЕНИЯ



Объекты, относительно изолированы в пространстве признаков







Области значений яркости не пересекаются

Способ параллелепипеда

Области значений яркости разных объектов пересекаются

Корреляция между классификационными признаками отсутствует

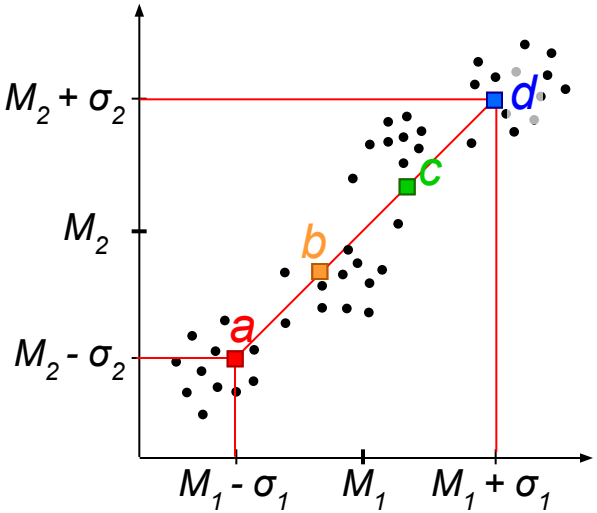
(метрика минимального расстояния)

Существует корреляция между зональными значениями яркост

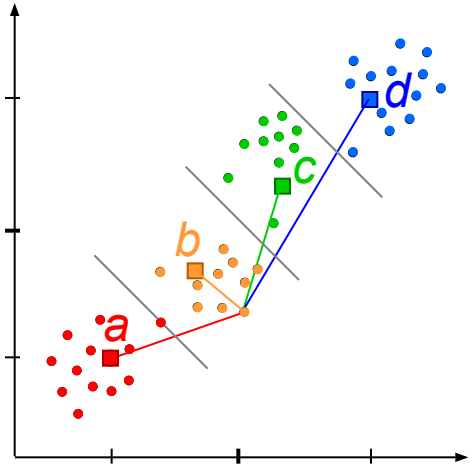
(метрика максимального правдоподобия)

КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЗ ОБУЧЕНИЯ: ISODATA

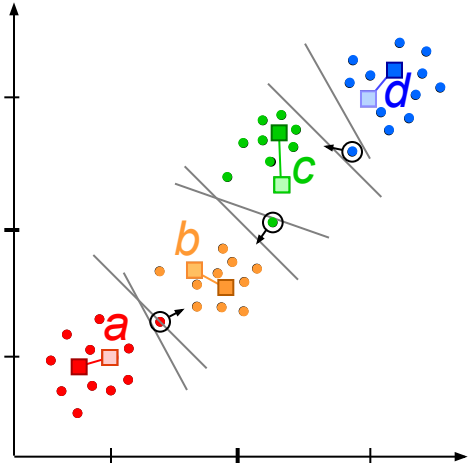
Iterative **S**elf-**O**rganizing **D**ata **A**nalysis **T**echnique
итеративный самоорганизующийся способ анализа данных



ШАГ 1. Деление признакового пространства на N равных диапазонов

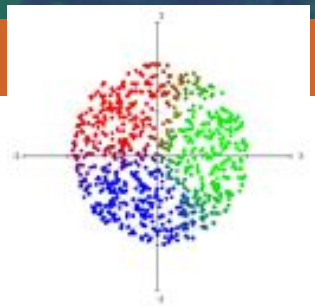


ШАГ 2. Каждый пиксель относится в определенный кластер по принципу минимального расстояния

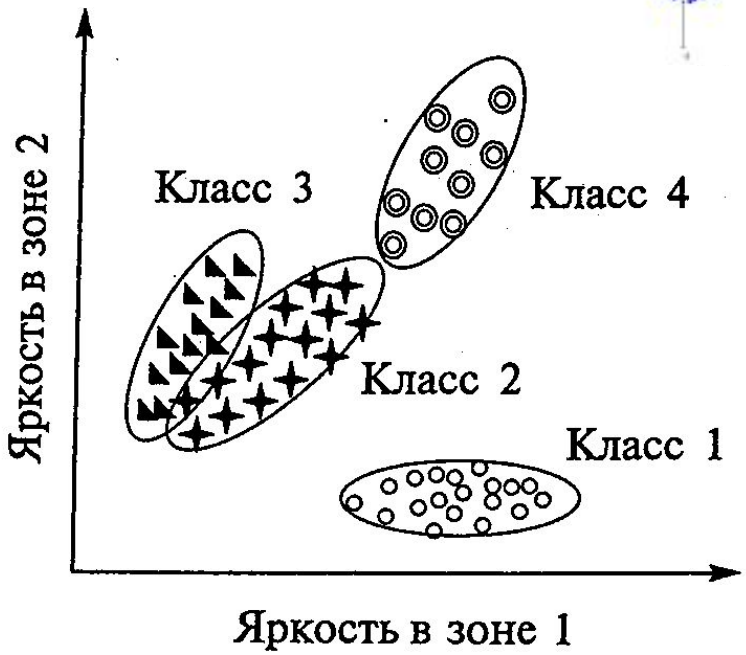


ШАГ 3. Результирующее положение центров и границ кластеров

КЛАССИФИКАЦИЯ С ОБУЧЕНИЕМ



Если спектральные яркости выделяемых объектов меняются непрерывно и плавно



Классификация способом минимального расстояния

Спектральное расстояние D

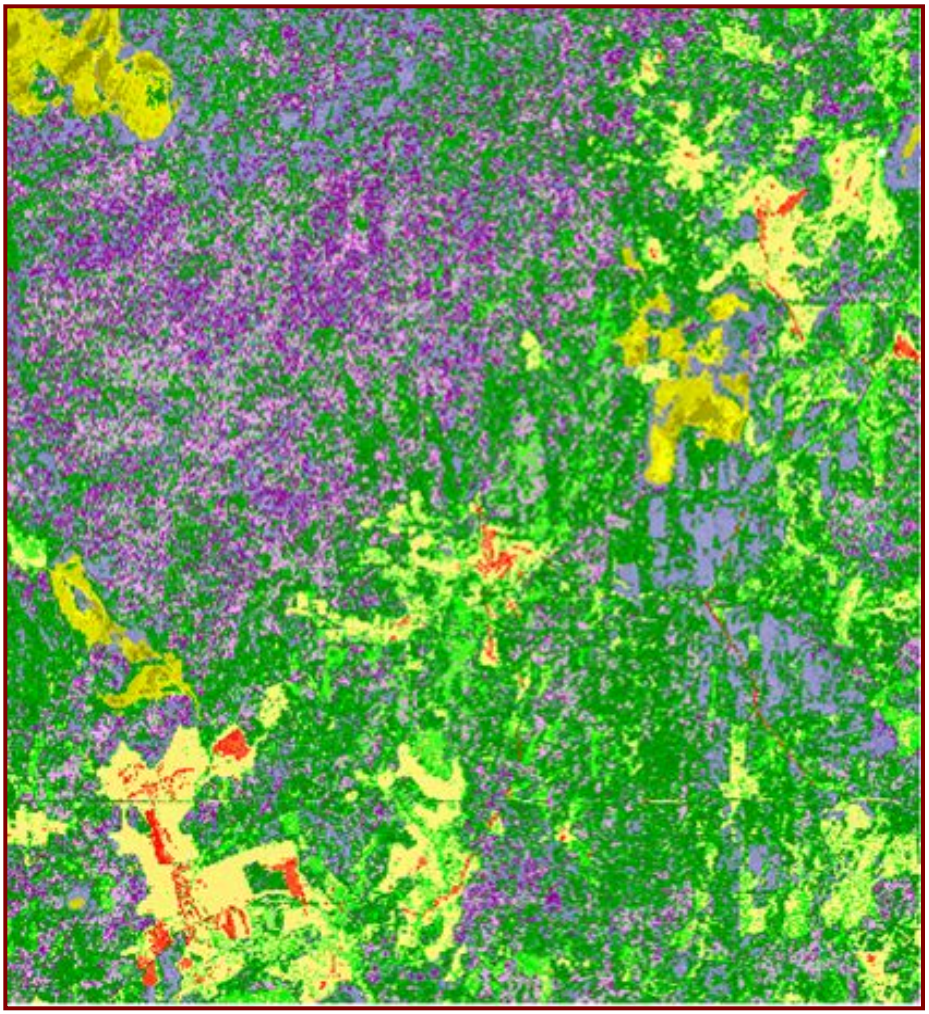
$$D_{ic} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(B_i^* - B_{mc}^*\right)^2}.$$

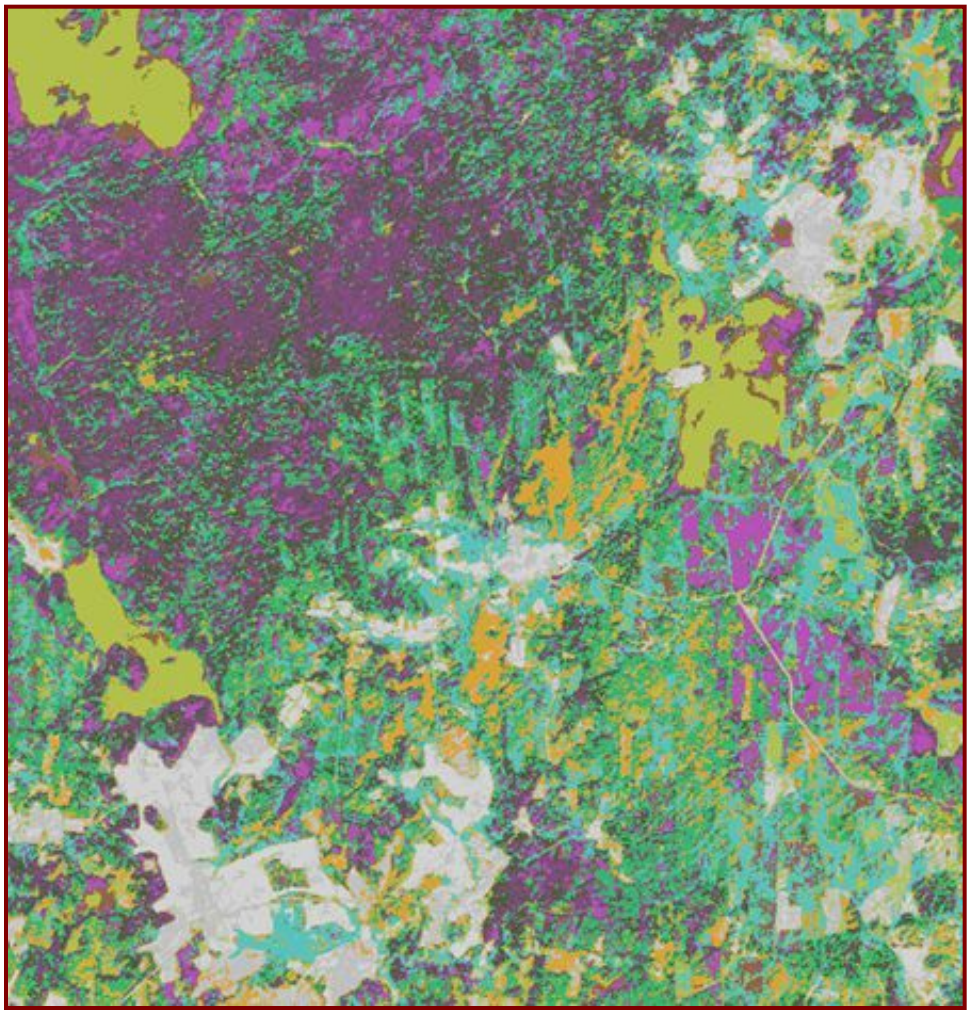
Классификация способом максимального правдоподобия

Расстояние Махаланобиса

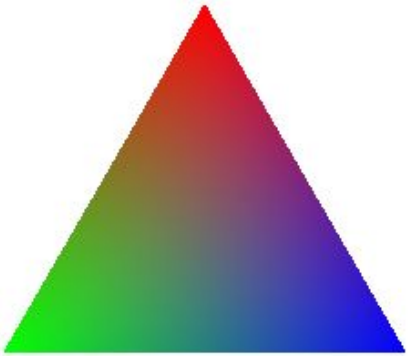
$$DM_{ic} = (X_{B_i^*} - M_{B_c^*})^T \cdot Cov^{-1}_{B_c^*} \cdot (X_{B_i^*} - M_{B_c^*}),$$

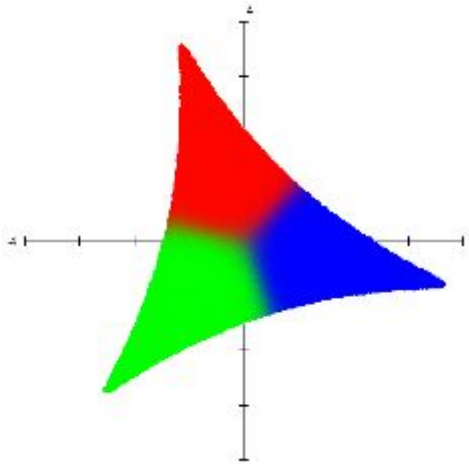
КЛАССИФИКАЦИЯ БЕЗ и С ОБУЧЕНИЕМ

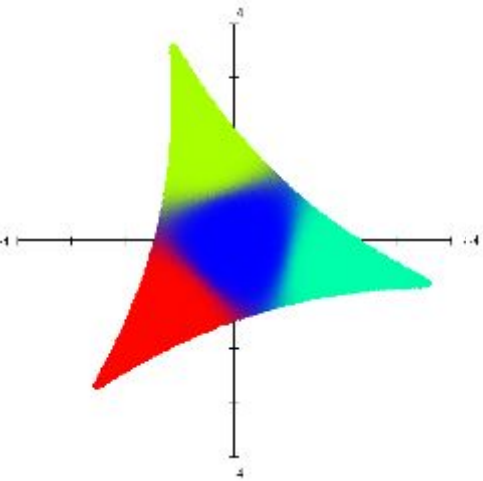


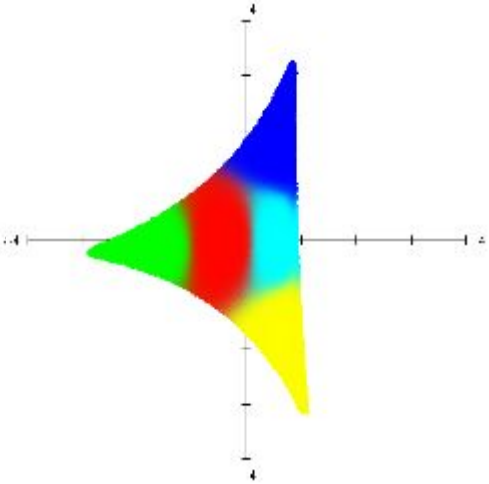


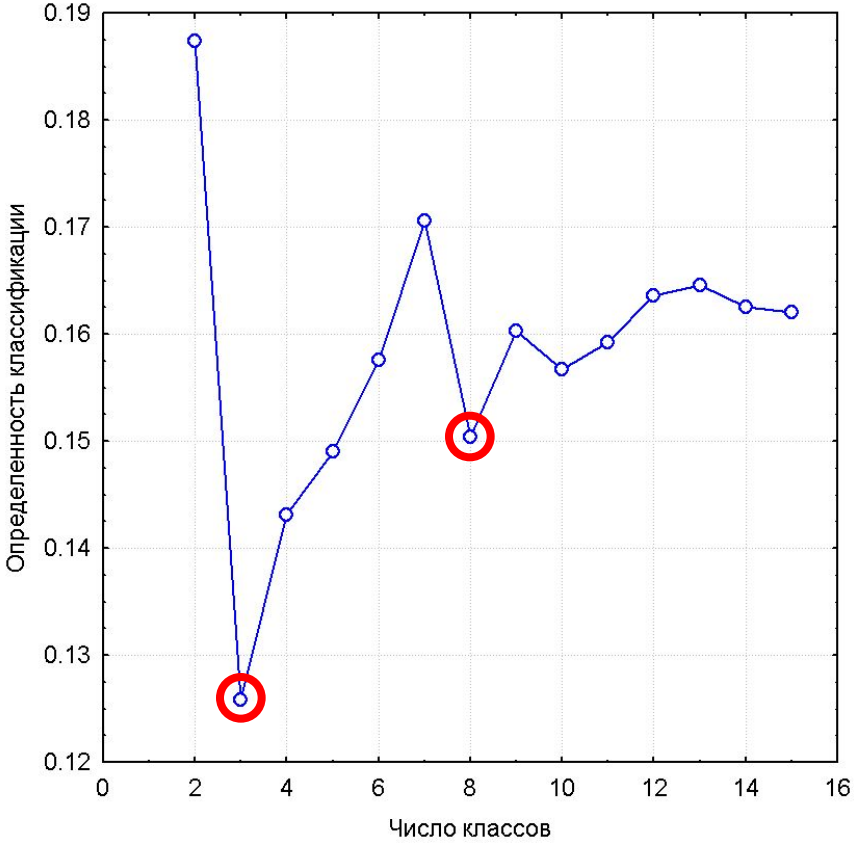
ОБОСНОВАНИЕ ДРОБНОСТИ КЛАССИФИКАЦИИ



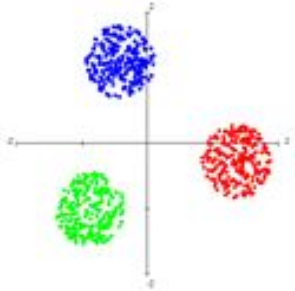


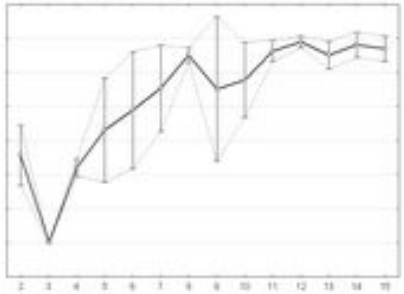




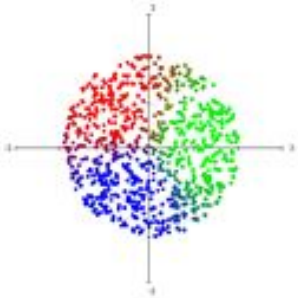


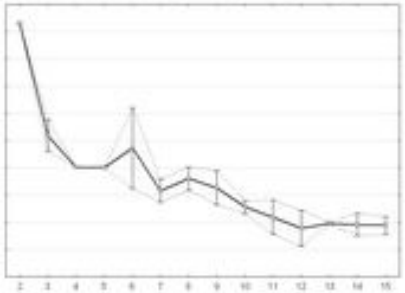
ДИСКРЕТНОЕ МНОЖЕСТВО





НЕПРЕРЫВНОЕ МНОЖЕСТВО

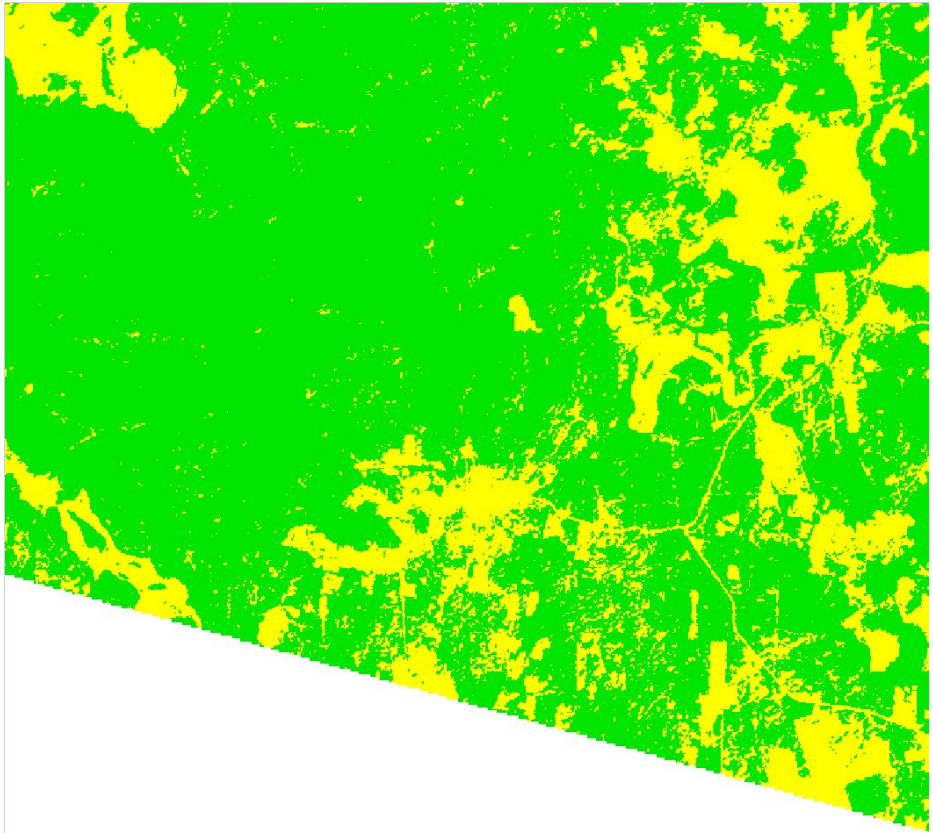




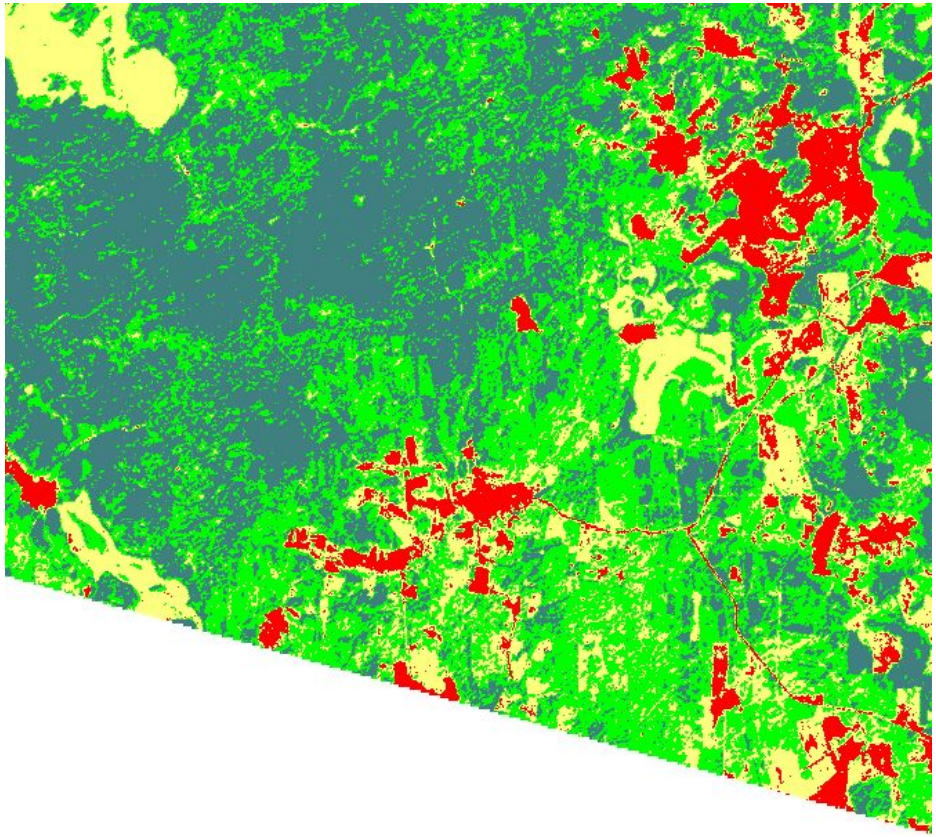
ОБОСНОВАНИЕ ДРОБНОСТИ КЛАССИФИКАЦИИ

ДИХОТОМИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ

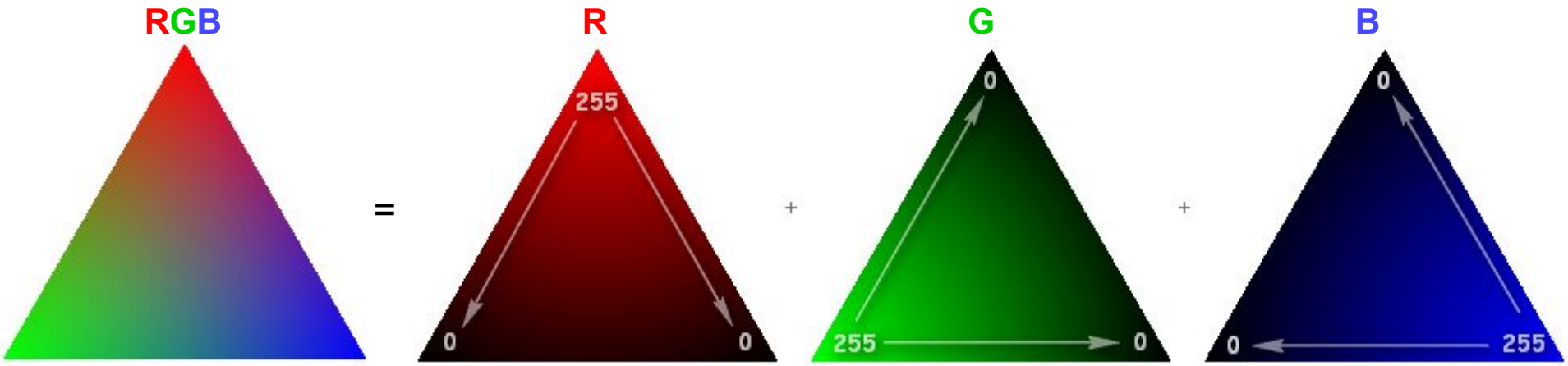
ПЕРВЫЙ УРОВЕНЬ (2 класса)



ВТОРОЙ УРОВЕНЬ (4 класса)

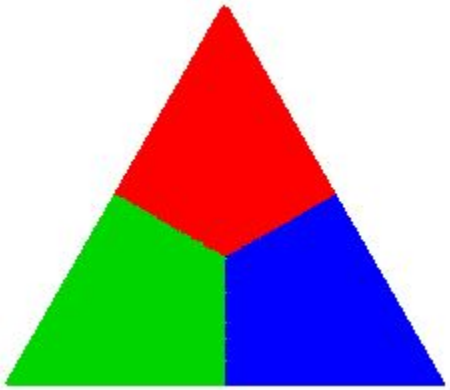


ТЕСТОВЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

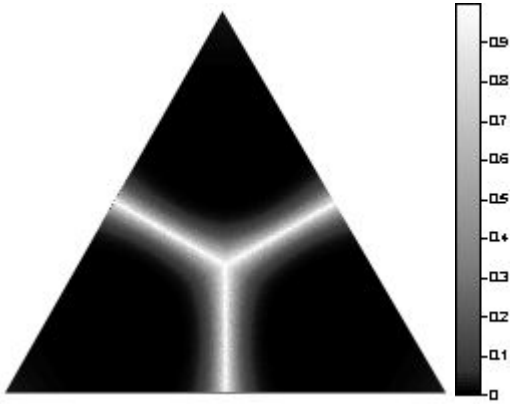


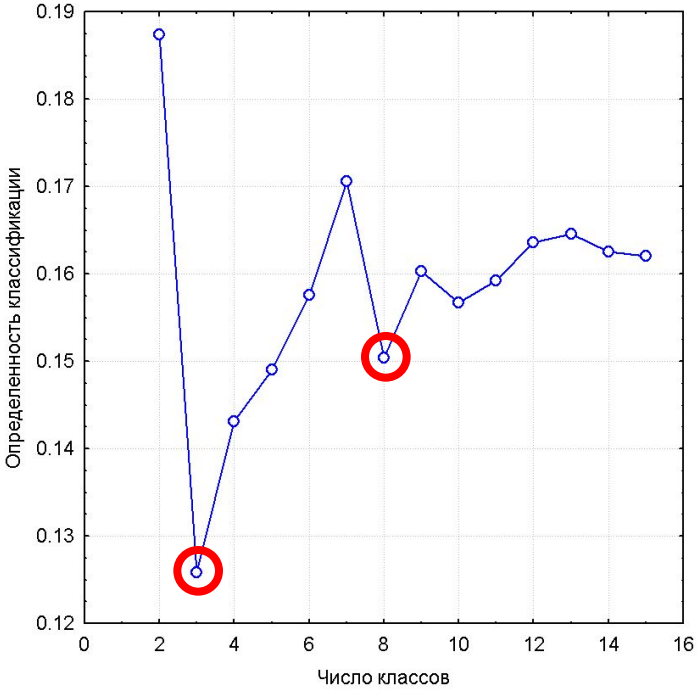
Классификация на 3 класса

результат



неопределенность



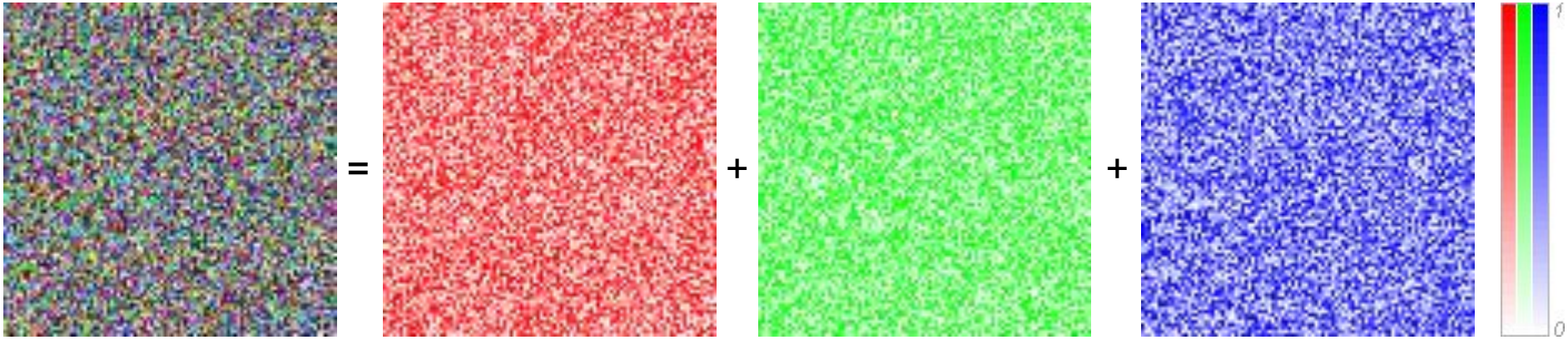


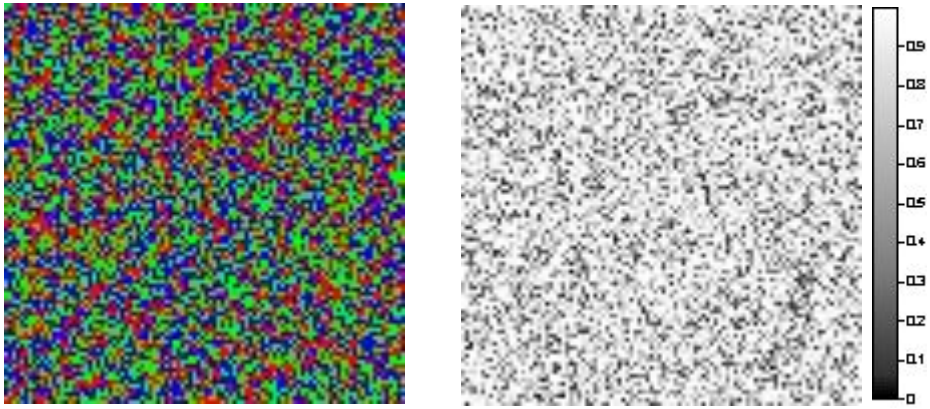
Растр 220 колонок x 192 строк

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

ТЕСТОВЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

RGB R G B



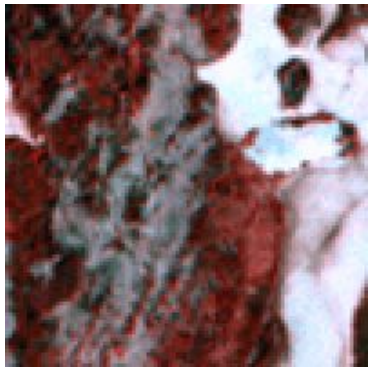


Тестовое множество RGB получено совмещением трех случайных подмножеств R, G, B. Значения элементов подмножеств получены генератором случайных чисел и принимают значения от 0 до 1. Размер тестового изображения 100x100 пикселей.

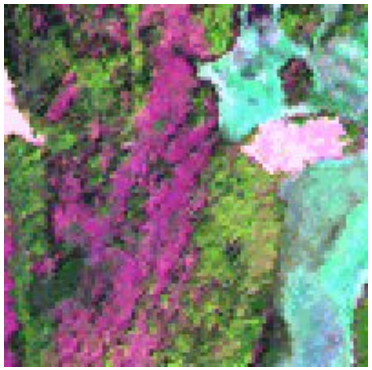
ТЕСТОВЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ 100x100 пикселей

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

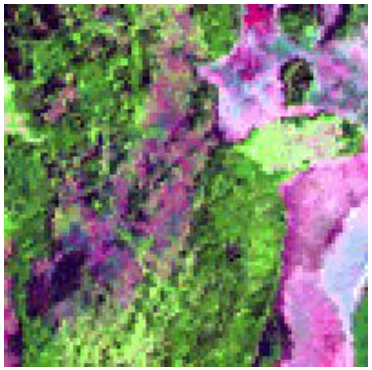


Landsat 5 TM 27 апреля 2000



Landsat 5 TM 30 мая 1992

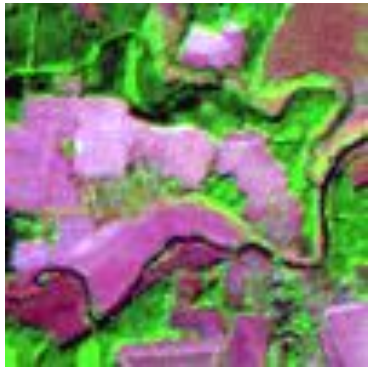
Landsat 7 ETM+ 20 июня 2001



Landsat 7 ETM+ 27 сентября 2000

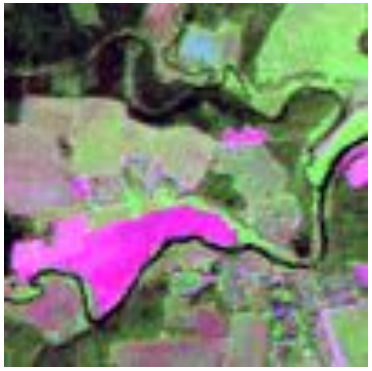
САТИНО. Разрешение - 30 м.

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, альбедо
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

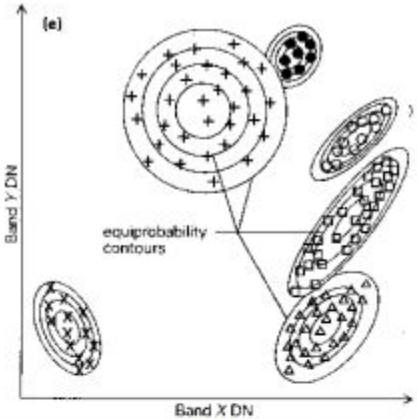
преобразование Kauth's Tasseled Cap (LANDSAT 7 for Reflectance Data)		
BR (яркость)	=0.3561*b1+0.3972*b2+0.3904*b3+0.6966* b4+0.2286*b5+0.1596*b7	Общая яркость, альбедо
GR (зеленость)	=-0.3344*b1-0.3544*b2-0.4556*b3+0.6966* b4-0.0242*b5-0.2630*b7	Интенсивность фотосинтеза, чистая продукция,
WET (влажность)	=0.2626*b1+0.2141*b2+0.0926*b3+0.0656* b4-0.7629*b5-0.5388*b7	Содержание влаги в зеленой фитомассе

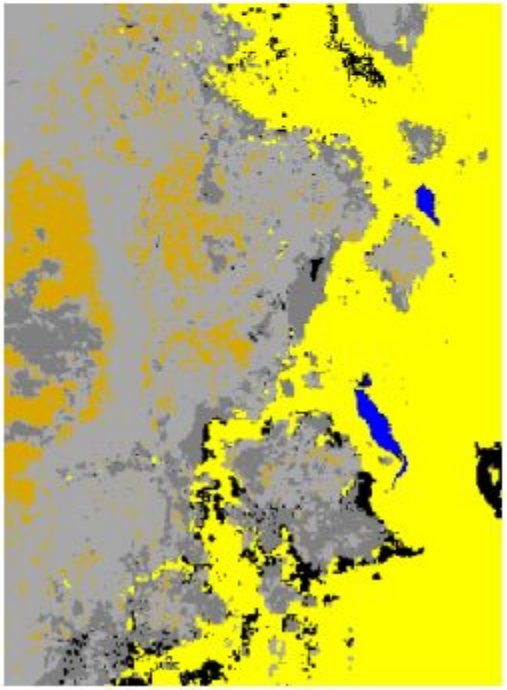
Multispectral data products

Image classification

Maximum likelihood classifier

- Define a typical (mean) pixel for each class
- Define a covariance matrix (expressess 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

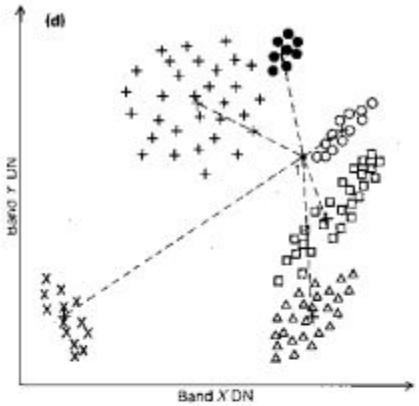


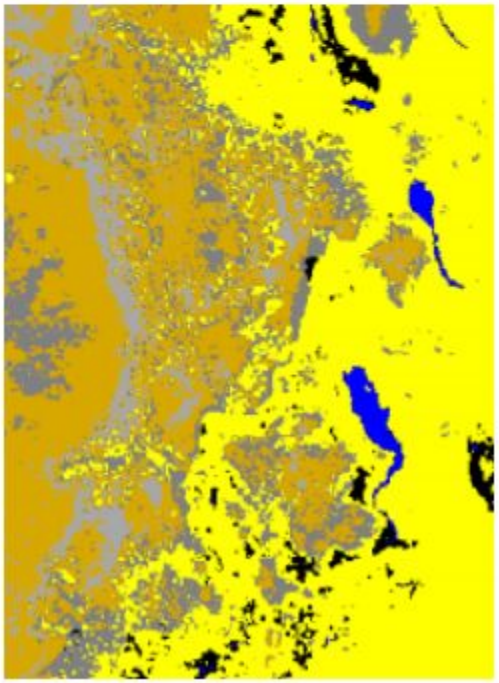


Multispectral data products

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**