

# **АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЛАНДШАФТНОЙ ИНДИКАЦИИ (52-52-76 часов)**

## **часть 3 «АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА»**

**3 курс, весенний семестр 2017 г.**

**Преподаватель:**

- доц. Даниил Николаевич Козлов: [daniilkozlov@landscape.edu.ru](mailto:daniilkozlov@landscape.edu.ru)

**Информационная поддержка:**

- <http://landscape.edu.ru> – лекционные и практические материалы, задания, статьи, ссылки на тематические сайты

**Занятия:**

- понедельник, пятница 5 пара, ауд. 2017
- лекции (30%), практические (40%), дома (30%)

**Задания:**

- элементы анализа снимков и их ландшафтная интерпретация
- индивидуальный проект (тематическое картографирование)
- реферат статьи 2014-16 года из каталога ELSEVIER

**Проверка знаний:**

- практические задания (80%), зачет (20%) + активная работа
- зачет выставляется по сумме набранных баллов

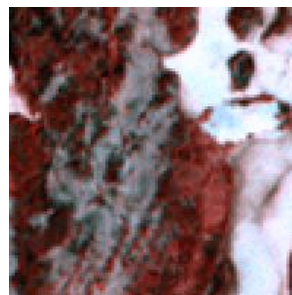


# РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ

1. ПОДОБРАТЬ СНИМКИ
2. ПРОВЕСТИ ИХ  
ПРЕДВАРИТЕЛЬНУЮ  
ПОДГОТОВКУ  
(геометрическую и  
радиометрическую коррекцию)
3. РАСЧИТАТЬ СПЕКТРАЛЬНЫЕ  
ИНДЕКСЫ (NDVI и др.)
4. ПРОВЕСТИ  
КЛАССИФИКАЦИЮ (типы  
ландшафтного покрова)
5. ОЦЕНИТЬ ЛАНДШАФТНОЕ  
РАЗНООБРАЗИЕ (метрики  
ландшафтного разнообразия)

снимки за разные сроки

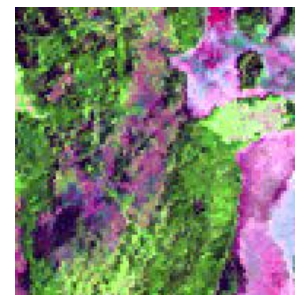
зима



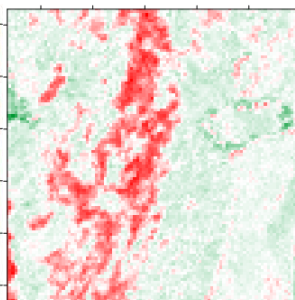
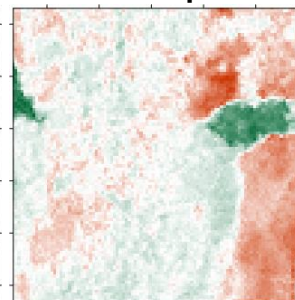
весна



лето



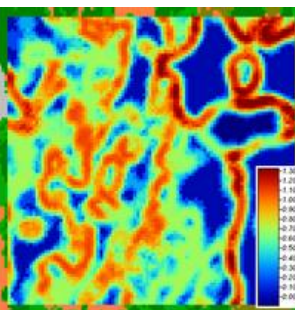
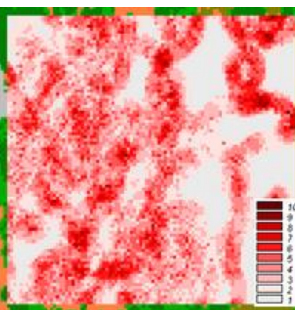
интегральные спектральные индексы



типы  
ландшафтного  
покрова



метрики ландшафтного  
разнообразия

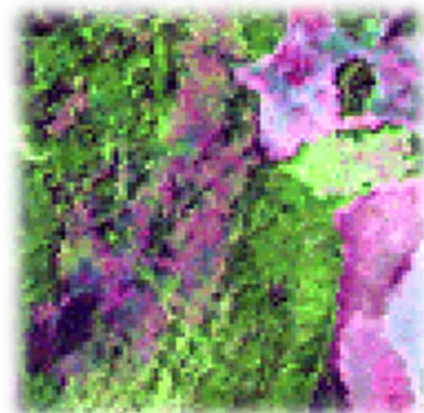


## ЗАДАНИЕ №2в

- в задании используются сцены LANDSAT, полученные при выполнении ПРН№2 (задание №1, минимум две сцены)
- допустимо вырезать из сцен только целевую прямоугольную область, общую для разных сцен!!!
- значения оптической яркости приведены к энергетическим единицам (задание 2а)
- рассчитаны вегетационные индексы и компоненты преобразования Tasseled Cap (задание 2б)

Цель данного задания (2в):

- снизить размерность признакового пространства методом главных компонент (РСА);



# РАЗНОСЕЗОННЫЕ СНИМКИ

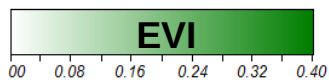
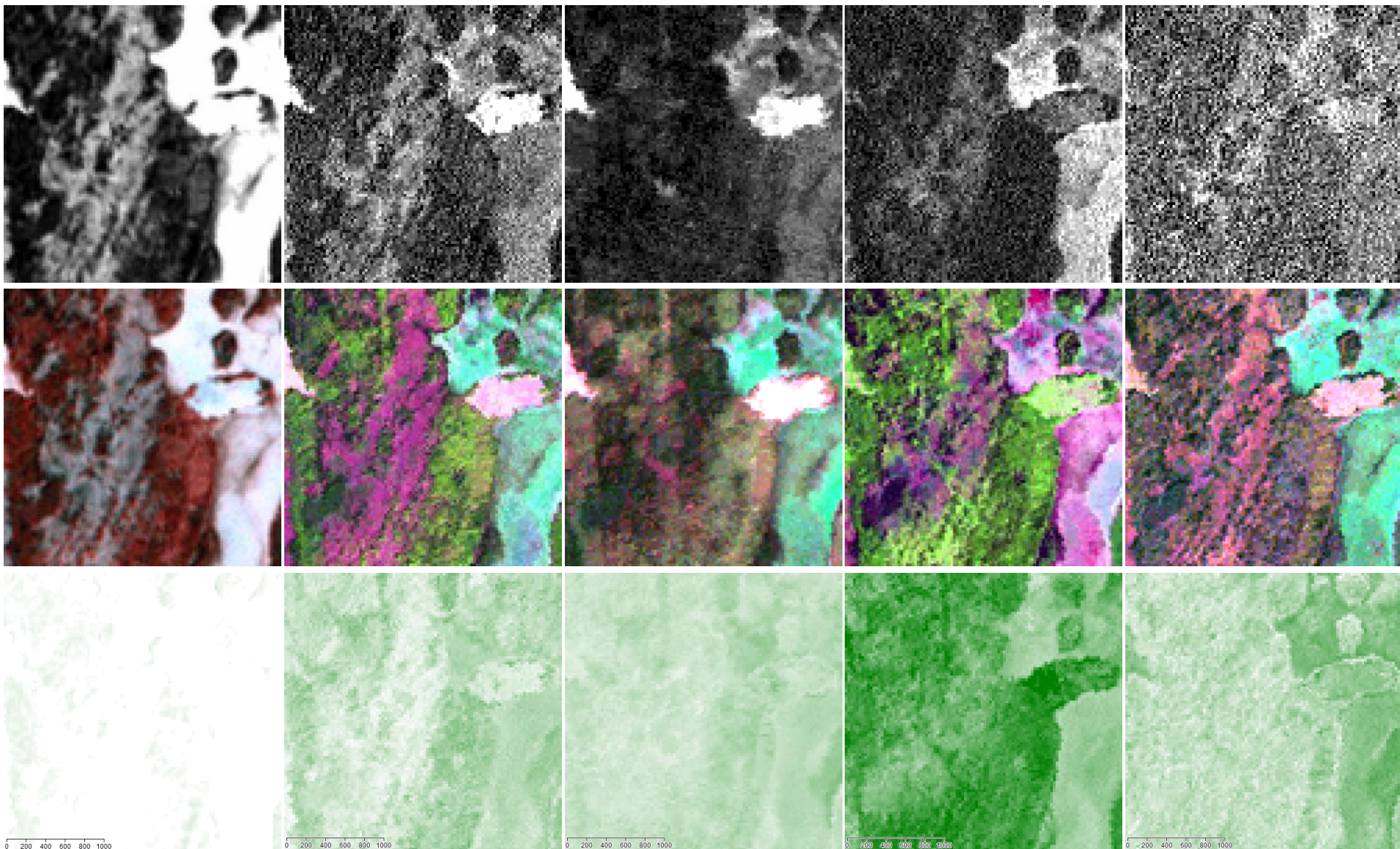
L7 ETM+ 22/03/2001

L5 TM 27/04/2000

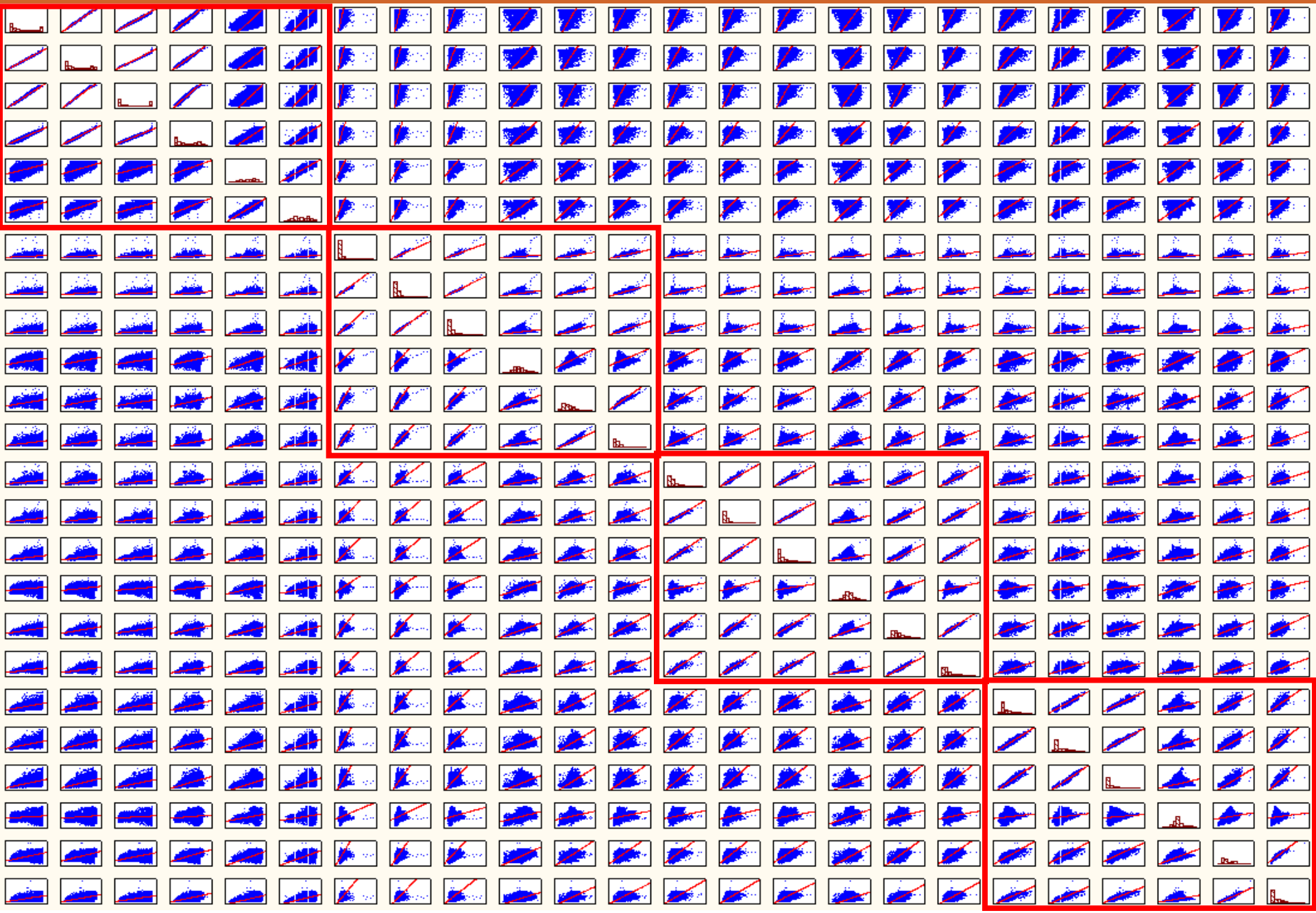
L5 TM 30/05/1992

L7 ETM+ 20/06/2001

L7 ETM+ 27/09/2000

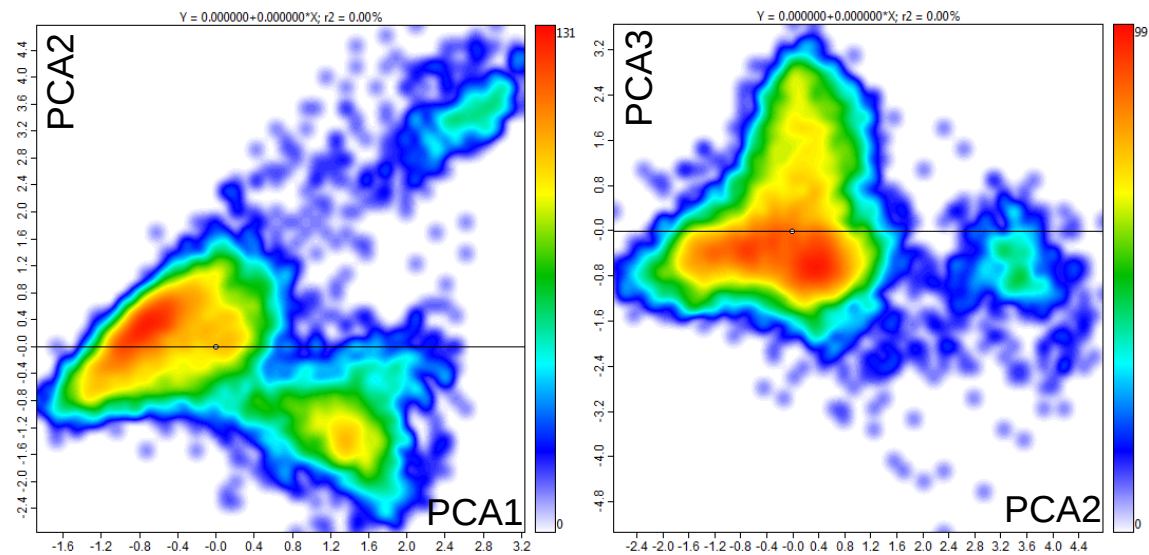
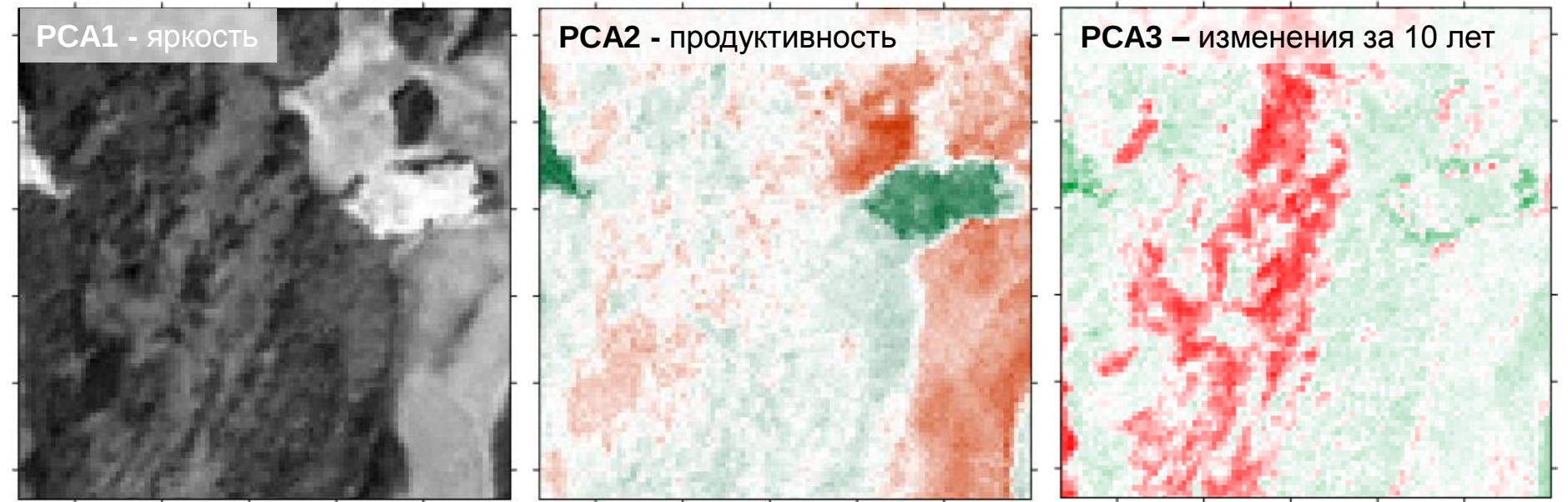


## СНИЖЕНИЕ РАЗМЕРНОСТИ



# СНИЖЕНИЕ РАЗМЕРНОСТИ (STATISTICA)

вместо 30 переменных Landsat 5/7 за 6 сроков



| PCA | Нагрузка eigenvalue | %   | Накопленн ая нагрузка | %  |
|-----|---------------------|-----|-----------------------|----|
| 1   | 18.2                | 61  | 18.2                  | 61 |
| 2   | 4.1                 | 14  | 22.3                  | 75 |
| 3   | 2.6                 | 8.7 | 24.9                  | 83 |
| 4   | 1.0                 | 3.3 | 25.9                  | 86 |
| 5   | 0.8                 | 2.7 | 26.7                  | 89 |

# СНИЖЕНИЕ РАЗМЕРНОСТИ

- 1. Первые три компонента описывают 83% изменчивости признакового пространства (общей дисперсии 30 исходных переменных);
- 2. Первый компонент (**PCA1**) заменяет собой 18 исходных переменных и описывает 61% общей дисперсии; имеет однонаправленную связь со всеми исходными переменными, следовательно **выражает интегральную отражательную способность наземного покрова, не зависящую от сезона.** Для приведения к прямой связи с отражательной способностью PCA1 стоит умножить на -1;
- 3. **PCA2** заменяет собой 4 переменные (14% общей дисперсии). Для пика вегетационного периода (20 июня) имеет отрицательную связь с отражением в ближнем инфракрасном (b4) и положительную с отражением в остальных диапазонах, особенно в красном (b3). Для апреля, мая и сентября имеет отрицательную связь с отражением в среднеинфракрасном диапазоне (b5 и b7). Следовательно PCA2 **выражает пространственную изменчивость оптической яркости, связанную с интенсивностью фотосинтеза вегетационного периода, и влагосодержанием наземного покрова весной и осенью (верховое болото).** Стоит умножить на -1 для приведения к положительной связи с продукцией и влажностью.
- 4. **PCA3** заменяет 2 переменные (9% дисперсии). Разнонаправленно связан с отражением в 1992 и 2000-2001 гг., т.е. **выражает различия в межгодовой отражательной способности (ветровал 1996 г.):** чем выше значения PCA3, тем сильнее снижение яркости (альбеда).

|           | PCA 1 | PCA 2 | PCA 3 |
|-----------|-------|-------|-------|
| L920530B1 | -0.77 | -0.35 | -0.40 |
| L920530B2 | -0.81 | -0.27 | -0.46 |
| L920530B3 | -0.85 | -0.19 | -0.41 |
| L920530B4 | -0.81 | -0.02 | -0.49 |
| L920530B5 | -0.55 | -0.68 | -0.41 |
| L920530B7 | -0.55 | -0.69 | -0.37 |
| L010320b1 | -0.91 | 0.25  | 0.15  |
| L010320b2 | -0.92 | 0.27  | 0.09  |
| L010320b3 | -0.92 | 0.25  | 0.15  |
| L010320b4 | -0.93 | 0.26  | 0.07  |
| L010320b5 | -0.91 | 0.19  | -0.03 |
| L010320b7 | -0.91 | 0.21  | -0.01 |
| L000427b1 | -0.77 | -0.23 | 0.27  |
| L000427b2 | -0.88 | -0.23 | -0.01 |
| L000427b3 | -0.92 | -0.10 | 0.12  |
| L000427b4 | -0.73 | 0.11  | -0.47 |
| L000427b5 | -0.67 | -0.61 | 0.28  |
| L000427b7 | -0.64 | -0.56 | 0.40  |
| L000927b1 | -0.44 | -0.06 | 0.32  |
| L000927b2 | -0.80 | -0.00 | 0.13  |
| L000927b3 | -0.81 | 0.17  | 0.04  |
| L000927b4 | -0.87 | 0.23  | -0.15 |
| L000927b5 | -0.53 | -0.57 | 0.50  |
| L000927b7 | -0.40 | -0.50 | 0.64  |
| L010620b1 | -0.77 | 0.49  | 0.03  |
| L010620b2 | -0.84 | 0.43  | 0.08  |
| L010620b3 | -0.79 | 0.56  | -0.06 |
| L010620b4 | -0.56 | -0.39 | -0.07 |
| L010620b5 | -0.86 | 0.20  | 0.23  |
| L010620b7 | -0.82 | 0.38  | 0.21  |
| Нагрузка  | 18.2  | 4.1   | 2.6   |
| %         | 61    | 14    | 8.7   |

# СНИЖЕНИЕ РАЗМЕРНОСТИ (метод главных компонент с R)

## 1. ЭКСПОРТ данных в текстовый файл [File – Grid – Export – Export Grid to XYZ]

```
k; y; b01; b02; b03; b04; b05; b06; b07; b08; b09; b11; b12; b13; b14; b15; b16; b17; b18; b19; b20; b21; b22; b23; b24; b25; b26; b27; b28; b29; b30  
499177.5; 6257830.5; 50; 19; 17; 32; 30; 12; 195; 163; 184; 32; 24; 63; 45; 43; 53; 71;  
499206; 6257830.5; 50; 19; 16; 34; 34; 12; 177; 150; 165; 31; 25; 62; 48; 45; 53; 68; 51  
499234.5; 6257830.5; 52; 19; 15; 32; 30; 11; 157; 128; 138; 27; 22; 61; 44; 41; 48; 58;  
499263; 6257830.5; 49; 18; 15; 31; 26; 10; 120; 90; 92; 25; 22; 61; 40; 36; 47; 49; 34; 4  
499291.5; 6257830.5; 49; 18; 15; 31; 26; 10; 87; 62; 62; 23; 17; 56; 41; 35; 51; 44; 29; 40; 32; 34; 37; 33; 21; 39; 27; 19; 03; 29; 13
```

**альbedo, EVI и LMI за три срока  
(три компонента ТС по желанию)**

## 2. ИМПОРТИРОВАТЬ данные в R

```
setwd("D:/Dropbox/R") # назначить рабочую директорию  
RS.data = read.csv2("stardata.txt", header = TRUE, sep = ";", quote = "\"", dec = ".", fill = TRUE)
```

## 3. Выполнить МГК

```
PCA.mod = princomp(scale(RS.data[,3:31])) # преобразование ГК для 3-31 колонок таблицы  
summary(PCA.mod) # вывести результаты анализа  
loadings(PCA.mod) # вклад признаков в каждый компонент (по модулю ->1)  
PCA.pred = predict(PCA.mod) # сохранить компоненты в таблицу
```

## 4. Сохранить результаты (первый способ – в формате текстовой таблицы)

```
PCA.XY = data.frame(RS.data[,1:2], PCA.pred[,1:3]) # объединить 1-3 комп. с координаты  
write.table(file="RSpca.txt", RS.R, row.name=FALSE, sep=" ", quote=FALSE)
```

## 5. ОТКРЫТЬ в SAGA

- импортировать таблицу в SAGA (File – Tables – Import – Import Text Table)
- создать точку для каждой строки (Shapes–Conversion–Convert Tables to Points)
- интерполировать точки в растр методом Ближайшего соседа (Grid – Gridding – Interpolation from Points – Nearest Neighbour)

подробнее скачай и см. скрипт [RS.PCA.R](#)

# СНИЖЕНИЕ РАЗМЕРНОСТИ (метод главных компонент с R)

## 1. ЭКСПОРТ данных в текстовый файл [File – Grid – Export – Export Grid to XYZ]

```
k; y; b01; b02; b03; b04; b05; b06; b07; b08; b09; b11; b12; b13; b14; b15; b16; b17; b18; b19; b20; b21; b22; b23; b24; b25; b26; b27; b28; b29; b30  
499177.5; 6257830.5; 50; 19; 17; 32; 30; 12; 195; 163; 184; 32; 24; 63; 45; 43; 53; 71; альbedo, EVI и LMI за три срока  
499206; 6257830.5; 50; 19; 16; 34; 34; 12; 177; 150; 165; 31; 25; 62; 48; 45; 53; 68; 51 (три компонента ТС по желанию)  
499234.5; 6257830.5; 52; 19; 15; 32; 30; 11; 157; 128; 138; 27; 22; 61; 44; 41; 48; 58;  
499263; 6257830.5; 49; 18; 15; 31; 26; 10; 120; 90; 92; 25; 22; 61; 40; 36; 47; 49; 34; 4  
499291.5; 6257830.5; 49; 18; 15; 31; 26; 10; 87; 62; 62; 23; 17; 56; 41; 35; 51; 44; 29; 40; 34; 34; 37; 33; 41; 39; 47; 19; 03; 49; 13
```

## 2. ИМПОРТИРОВАТЬ данные в R

```
setwd("D:/Dropbox/R") # назначить рабочую директорию  
RS.data = read.csv2("stardata.txt", header = TRUE, sep = ";", quote = "\"", dec = ".", fill = TRUE)
```

## 3. Выполнить МГК

```
PCA.mod = princomp(scale(RS.data[,3:31])) # преобразование ГК для 3-31 колонок таблицы  
summary(PCA.mod) # вывести результаты анализа  
loadings(PCA.mod) # вклад признаков в каждый компонент (по модулю ->1)  
PCA.pred = predict(PCA.mod) # сохранить компоненты в таблицу
```

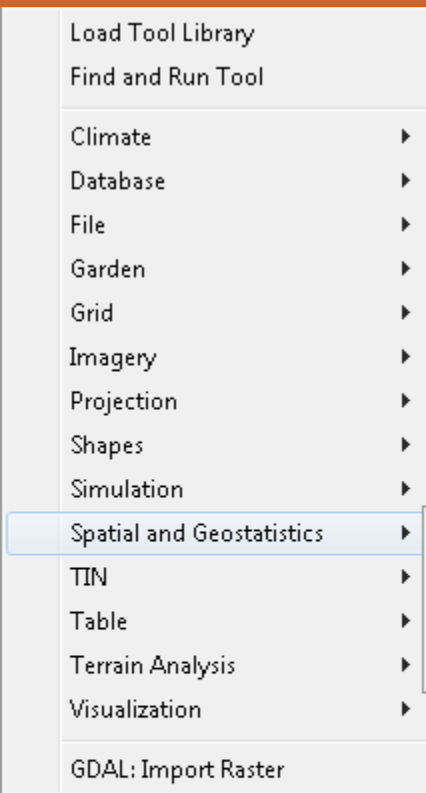
## 4. Сохранить результаты (второй способ – в формат SAGA)

```
PCA.XY = data.frame(RS.data[,1:2], PCA.pred[,1:3]) # объединить 1-3 комп. с координаты  
library(raster) # пакет для работы с растрами (таблица в растр, сохранить в формат SAGA)  
PCA.raster = rasterFromXYZ(PCA.XY) # преобразовать таблицу в тип данных РАСТР  
plot(PCA.raster) # вывести на экран силами R  
# сохранить в формате SAGA  
writeRaster(PCA.raster$Comp.1, filename="PCA1.sdat", overwrite=TRUE) # первый ГК  
writeRaster(PCA.raster$Comp.2, filename="PCA2.sdat", overwrite=TRUE) # второй ГК  
... # по аналогии остальные
```

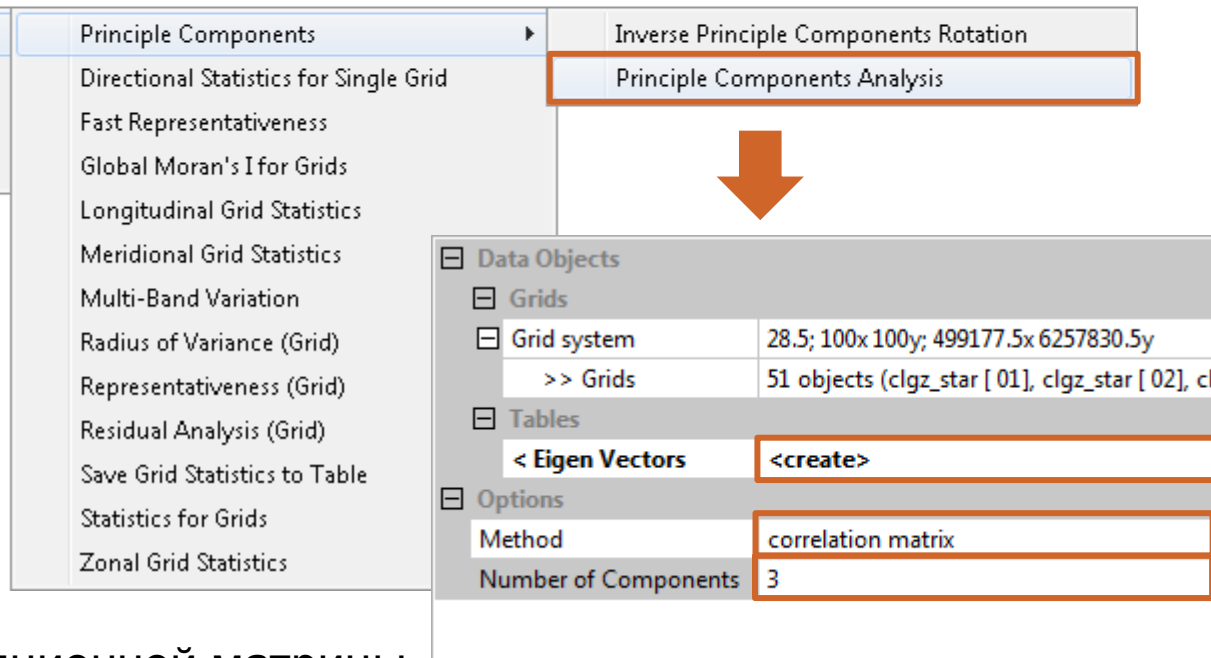
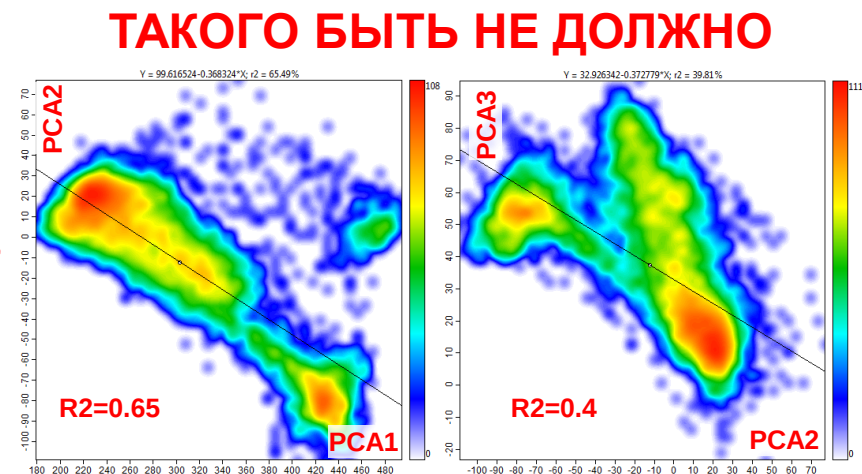
## 5. ОТКРЫТЬ в SAGA

подробнее скачай и см. скрипт [RS.PCA.R](#)

## СНИЖЕНИЕ РАЗМЕРНОСТИ c SAGA



**ОБЯЗАТЕЛЬНО  
ПРОВЕРИТЬ  
НЕЗАВИСИМОСТЬ  
КОМПОНЕНТОВ!!!**



- Задать число компонентов, обоснованное в R
- Выбрать расчет на основе ковариационной или корреляционной матрицы
- Создать таблицу собственных векторов (EigenVectors) и выполнить ее содержательный анализ

# СНИЖЕНИЕ РАЗМЕРНОСТИ с MultiSpec

- 3.1 экспорт данных в GeoTIFF (исходные и индексы за два или три даты)
- 3.2 открыть в MultiSpec
- 3.3 Метод Главных Компонент: Processor – Utilities – Principal Component Analysis...
- 3.4 Определить оптимальное количество компонентов (Eigenvalue > 1)
- 3.5 Рассчитать собственные значения PCA в SAGA
- 3.6 Дать интерпретацию и названия компонентам

Output Information:

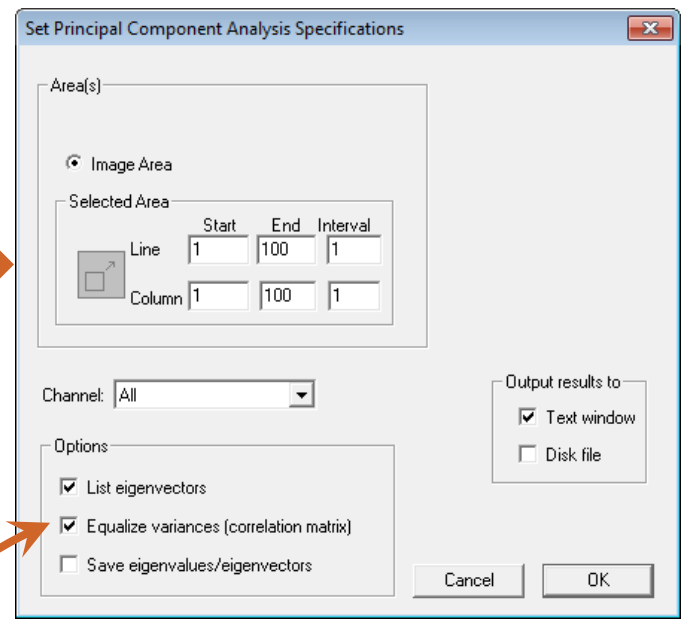
10000 pixels used for covariance matrix.  
0 CPU seconds for computing covariance matrix.  
  
After 178 iterations, the largest off diagonal was 1.7e-012.

| Component | Eigenvalue  | Percent | Cum. Percent | 'Cum. 'Determinant' | 'Cum. 'Log Det.' | Feature 'Mean' |
|-----------|-------------|---------|--------------|---------------------|------------------|----------------|
| 1         | 7.5507      | 68.6426 | 68.6426      | 7.5507E+000         | 2.0216E+000      | 99.5327        |
| 2         | 2.8626      | 26.0232 | 94.6658      | 2.1614E+001         | 3.0734E+000      | 108.2677       |
| 3         | 0.3607      | 3.2794  | 97.9452      | 7.7969E+000         | 2.0537E+000      | -36.4384       |
| 4         | 0.1224      | 1.1126  | 99.0577      | 9.5420E-001         | -4.6882E-002     | -4.3140        |
| 5         | 0.0707      | 0.6430  | 99.7007      | 6.7492E-002         | -2.6957E+000     | 9.2713         |
| 6         | 0.0212      | 0.1928  | 99.8935      | 1.4312E-003         | -6.5493E+000     | -5.8847        |
| 7         | 0.0089      | 0.0808  | 99.9743      | 1.2713E-005         | -1.1273E+001     | -1.9227        |
| 8         | 0.0028      | 0.0257  | 100.0000     | 3.6006E-008         | -1.7140E+001     | 16.5781        |
| 9         | 6.9797E-013 | 0.0000  | 100.0000     | 2.5131E-020         | -4.5130E+001     | 41.7321        |
| 10        | 3.6513E-014 | 0.0000  | 100.0000     | 9.1762E-034         | -7.6071E+001     | 7.6019         |
| 11        | 2.9035E-014 | 0.0000  | 100.0000     | 2.6643E-047         | -1.0724E+002     | -16.4279       |

| Eigenvectors: | Channel  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Component     | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       |
| 1             | 0.34010  | 0.34733  | 0.35098  | 0.07611  | 0.32863  | 0.35156  | -0.25727 | -0.30766 | 0.27994  | -0.23777 | -0.32768 |
| 2             | -0.00776 | 0.06803  | -0.02300 | 0.56869  | 0.20835  | 0.06949  | 0.41514  | 0.29991  | 0.37071  | 0.44518  | -0.15883 |
| 3             | -0.30974 | -0.24149 | -0.34096 | -0.27271 | 0.38633  | 0.32956  | 0.09873  | 0.13697  | -0.19387 | -0.09536 | -0.56751 |
| 4             | -0.85973 | 0.12764  | 0.35636  | 0.11645  | -0.02941 | -0.00155 | -0.05693 | -0.30081 | 0.09227  | 0.02981  | 0.00489  |
| 5             | 0.13748  | -0.86247 | 0.32677  | 0.14642  | 0.04346  | -0.01087 | -0.08168 | -0.27335 | 0.06210  | 0.12751  | -0.07426 |
| 6             | -0.01436 | -0.08126 | 0.03822  | 0.06600  | -0.53832 | 0.80195  | 0.13105  | 0.09659  | 0.00422  | -0.08229 | 0.14548  |
| 7             | -0.03974 | -0.07453 | 0.60268  | -0.00000 | 0.00000  | 0.00000  | 0.11093  | 0.67513  | 0.02776  | -0.33631 | -0.00293 |
| 8             | -0.10650 | -0.04822 | -0.12870 | -0.00000 | -0.00000 | -0.00000 | 0.84399  | 0.40780  | 0.06640  | 0.20897  | -0.01557 |
| 9             | -0.09778 | -0.16093 | -0.29148 | -0.00000 | -0.00000 | -0.00000 | -0.00000 | 0.00000  | 0.84552  | -0.25118 | 0.08315  |
| 10            | -0.05889 | -0.07260 | -0.05450 | -0.00000 | -0.00000 | -0.00000 | -0.00000 | -0.00000 | 0.00000  | 0.00000  | 0.00000  |
| 11            | 0.06438  | 0.10302  | 0.23891  | -0.00000 | -0.00000 | -0.00000 | -0.00000 | -0.00000 | -0.00000 | -0.00000 | -0.00000 |

ПОДРОБНЕЕ

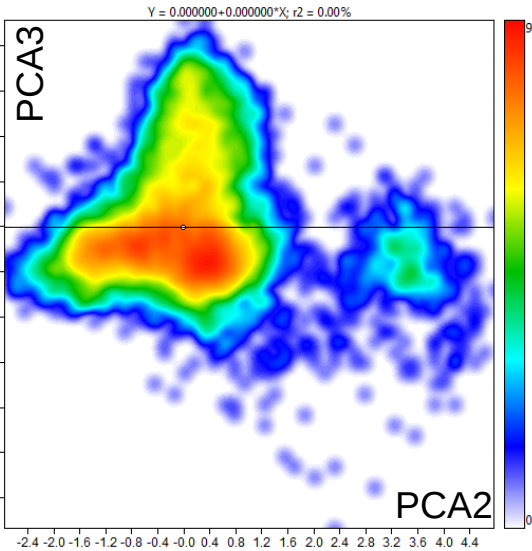
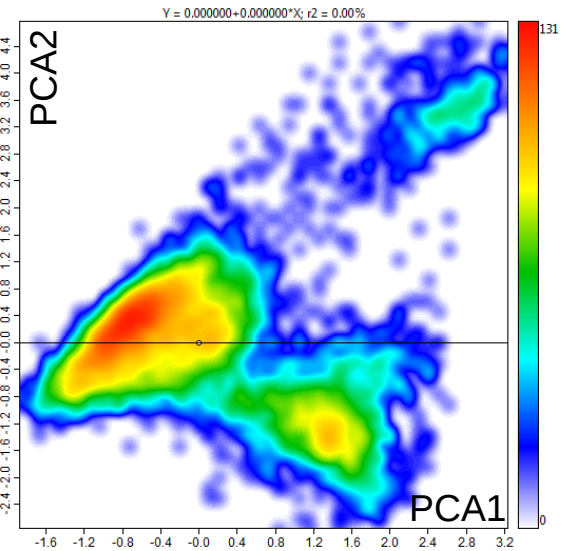
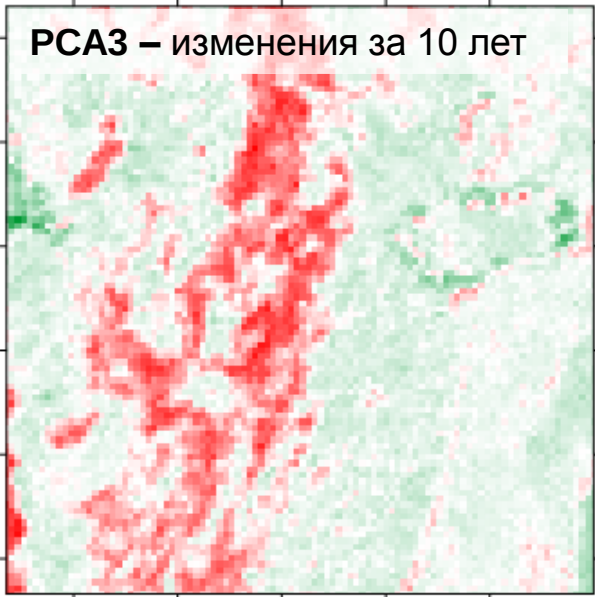
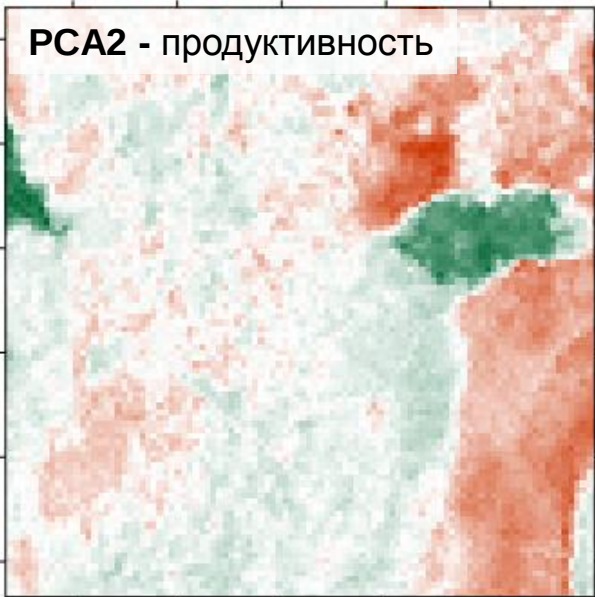
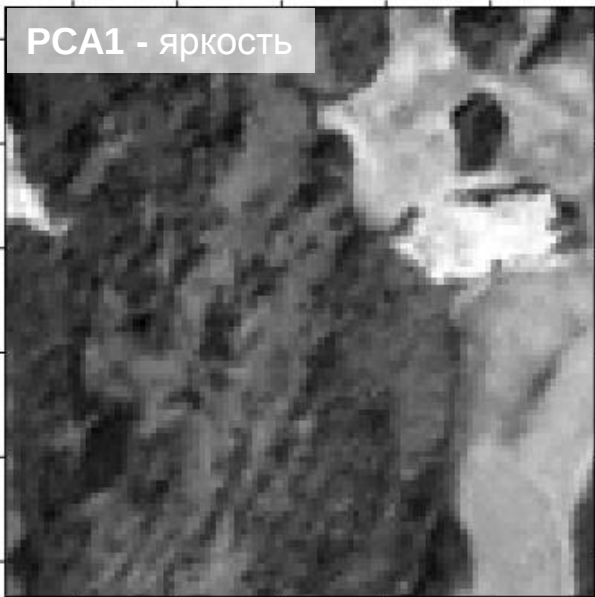
[http://www.landscape.edu.ru/edu\\_help/MuliSpec.shtml#pca](http://www.landscape.edu.ru/edu_help/MuliSpec.shtml#pca)



если все исходные переменные в одинаковых единицах измерения - используется ковариационная матрица (по умолчанию), иначе - корреляционная (галочка)

# ОТЧЕТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

вместо 30 переменных Landsat 5/7 за 6 сроков



| PCA | Нагрузка eigenvalue | %   | Накопленная нагрузка | %  |
|-----|---------------------|-----|----------------------|----|
| 1   | 18.2                | 61  | 18.2                 | 61 |
| 2   | 4.1                 | 14  | 22.3                 | 75 |
| 3   | 2.6                 | 8.7 | 24.9                 | 83 |
| 4   | 1.0                 | 3.3 | 25.9                 | 86 |
| 5   | 0.8                 | 2.7 | 26.7                 | 89 |

1. один слайд на подобии текущего (с шкалой легенды, подписями и содержательными комментариями)
2. проект SAGA (если есть вопросы, требующие обращения к данным)