

Двадцатая международная конференция ИКИ 2022  
"Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса"

О ПРИМЕНЕНИИ КЛАССИФИКАТОРА **Random Forests**  
ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ТИПОВ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ  
ПО ДИСТАНЦИОННЫМ СПУТНИКОВЫМ И САМОЛЕТНЫМ  
ДАНЫМ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ.  
СРАВНЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ  
С РЕЗУЛЬТАТАМИ РАСЧЕТОВ НЕКОТОРЫМИ ДРУГИМИ МЕТОДАМИ

**В.Д. Егоров**

*Институт вычислительной математики им. Г.И. Марчука РАН, Москва*

*E-mail: [egorov@inm.ras.ru](mailto:egorov@inm.ras.ru)*

**I. ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХ И РАБОЧИХ МАССИВОВ ДАННЫХ  
ДЛЯ КЛАССИФИКАТОРА `randomForest` ВНОВЬ УСТАНОВЛЕННОЙ СИСТЕМЫ `R` ПО  
СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ WORLD VIEW 2 И САМОЛЕТНЫМ (ГСК290) ДИСТАНЦИОННЫМ  
ДАННЫМ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ В РАМКАХ СОЗДАННОЙ РАНЕЕ  
СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ТИПОВ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО  
ДИСТАНЦИОННЫМ ДАННЫМ**

**II. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ КЛАССИФИКАЦИИ МЕТОДОМ  
RANDOM FORESTS ТИПОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПО СОЗДАНЫМ  
ОБУЧАЮЩИМ МАССИВАМ ДЛЯ САМОЛЕТНЫХ И СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ  
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ**

---

**Самолетные гиперспектральные данные (ГСК 290):**

**Data Base WAB**

**QDA results for AirCraft Tr110417Fr5:**

**K-fold cross validation partition**

NumObservations: 54340

NumTestSets: 10

TrainSize: 48906 48906 48906 48906 48906 48906 48906 48906 48906 48906  
48906

TestSize: 5434 5434 5434 5434 5434 5434 5434 5434 5434 5434

**qdaCVerr =**

**0.1062 = 10.62%**

---

**Data Base rwab4**

**RANDOM FORESTS results for AirCraft Tr110417Fr5:**

Call:

randomForest(formula = Species ~ ., data = rwab4, mtry = 2,  
importance = TRUE, do.trace = 100)

**Type of random forest: classification**

**Number of trees: 500**

**No. of variables tried at each split: 2**

**OOB estimate of error rate: 11.21%**

**K-fold cross validation**

**Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.**

**0.1121 0.1127 0.1129 0.1128 0.1129 0.1133**

---

**Таблица I.**

**Спутниковые многоканальные данные World View 2:**

**Data Base WV28b**

**QDA results for WV2 frame including AirCraft Tr115925Fr1:**

**K-fold cross validation partition**

NumObservations: 39220

NumTestSets: 10

TrainSize: 35298 35298 35298 35298 35298 35298 35298 35298 35298 35298

TestSize: 3922 3922 3922 3922 3922 3922 3922 3922 3922 3922

**qdaCVerr =**

**0.2093 = 20.93%**

---

**Data Base rWV28b**

**RANDOM FORESTS results for WV2 frame including AirCraft Tr115925Fr1:**

Call:

```
randomForest(formula = Species ~ ., data = rWV28b, mtry = 2,  
importance = TRUE, do.trace = 100)
```

**Type of random forest: classification**

**Number of trees: 500**

**No. of variables tried at each split: 2**

**OOB estimate of error rate: 19.12%**

**K-fold cross validation**

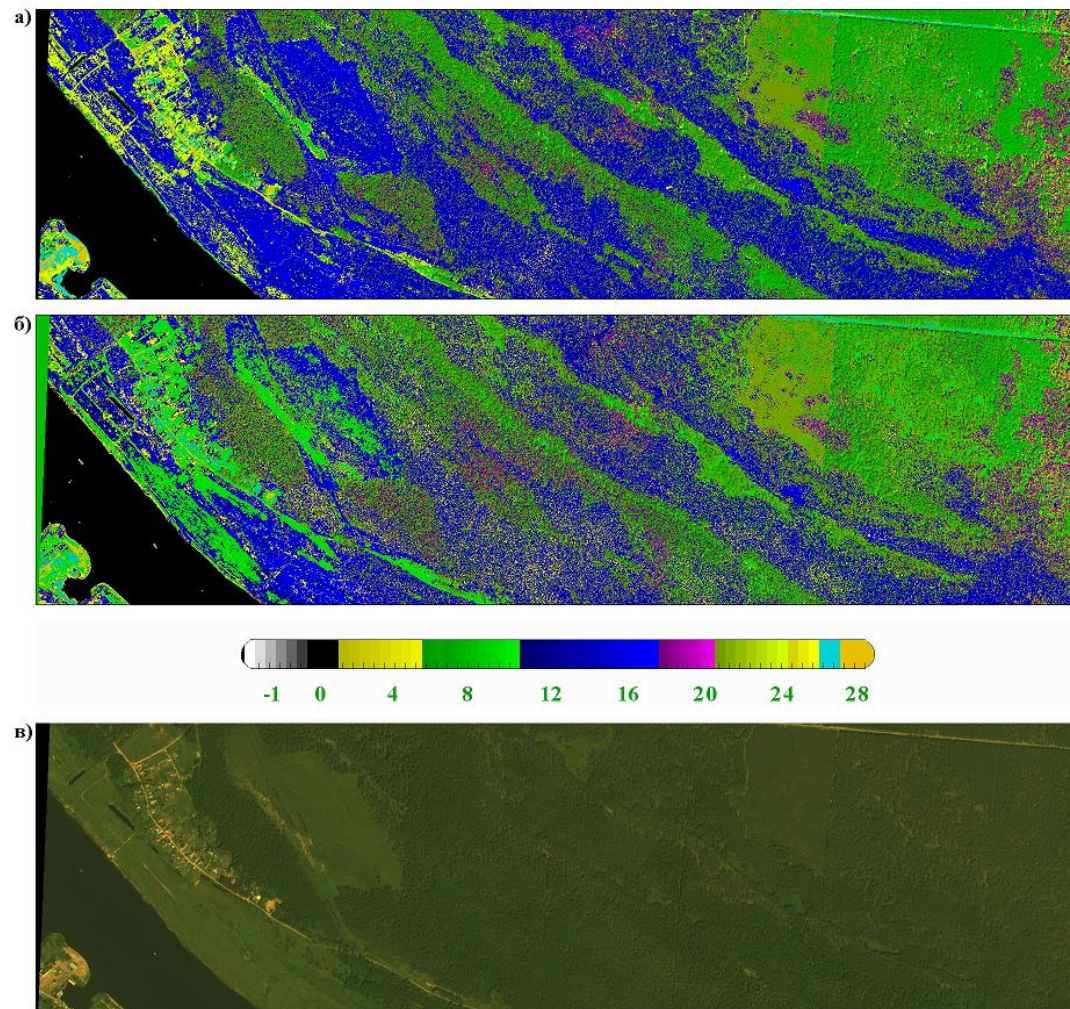
**Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.**

**0.1903 0.1908 0.1912 0.1913 0.1918 0.1925**

---

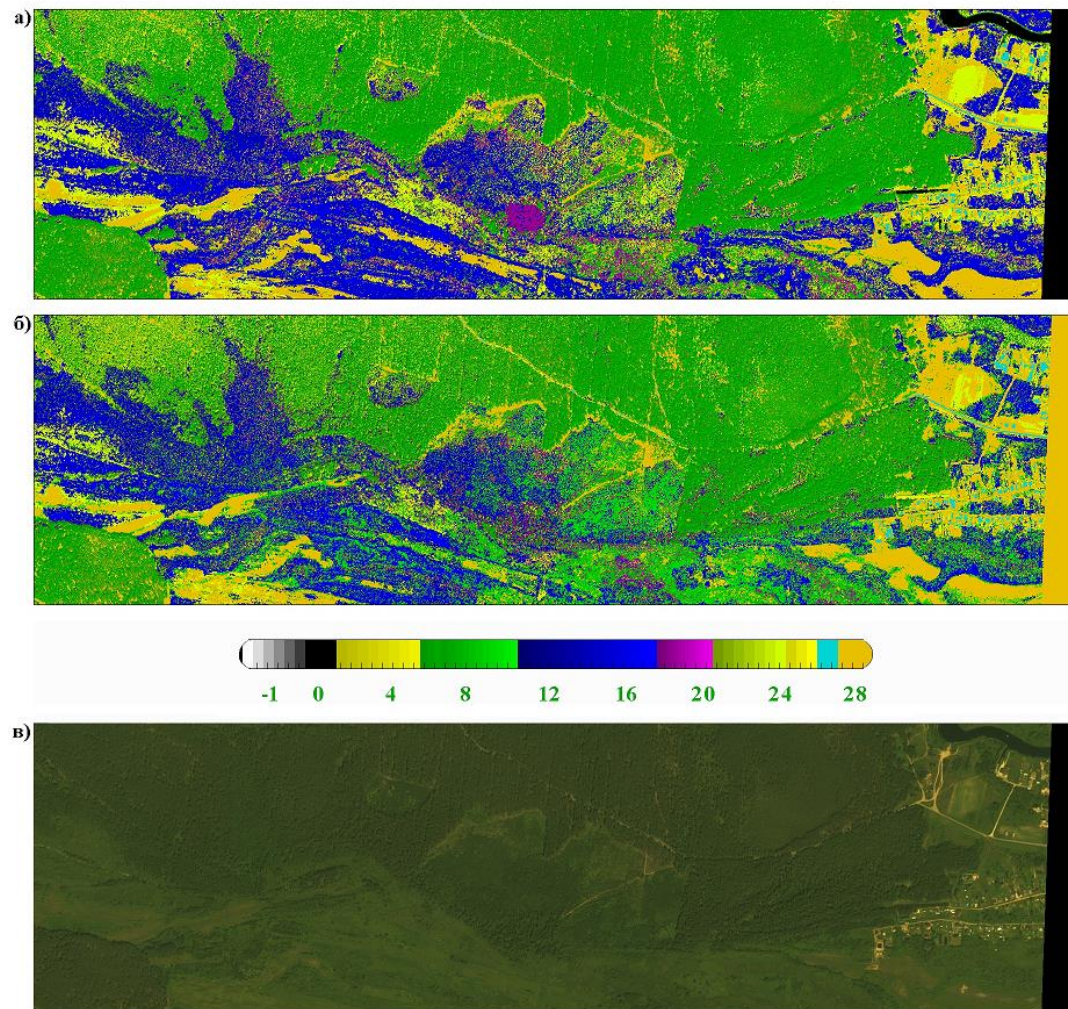
**Таблица II.**

**III. СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КЛАССИФИКАЦИИ ТИПОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА  
МЕТОДОМ **RANDOM FORESTS** ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ WORLD VIEW 2  
С РЕЗУЛЬТАТАМИ, ПОЛУЧЕННЫМИ РАНЕЕ МЕТОДОМ **QDA**, А ТАКЖЕ  
С РЕЗУЛЬТАТАМИ, ПОЛУЧЕННЫМИ ПО САМОЛЕТНЫМ ДАННЫМ ОРИГИНАЛЬНЫМ  
МЕТОДОМ С КЛАССИФИКАТОРОМ ПО СМЕЩЕНИЯМ ОБЛАСТИ ПЕРЕХОДА  
СПЕКТРОВ **RED EDGE** ДЛЯ САВВАТЬЕВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ВБЛИЗИ ТВЕРИ**



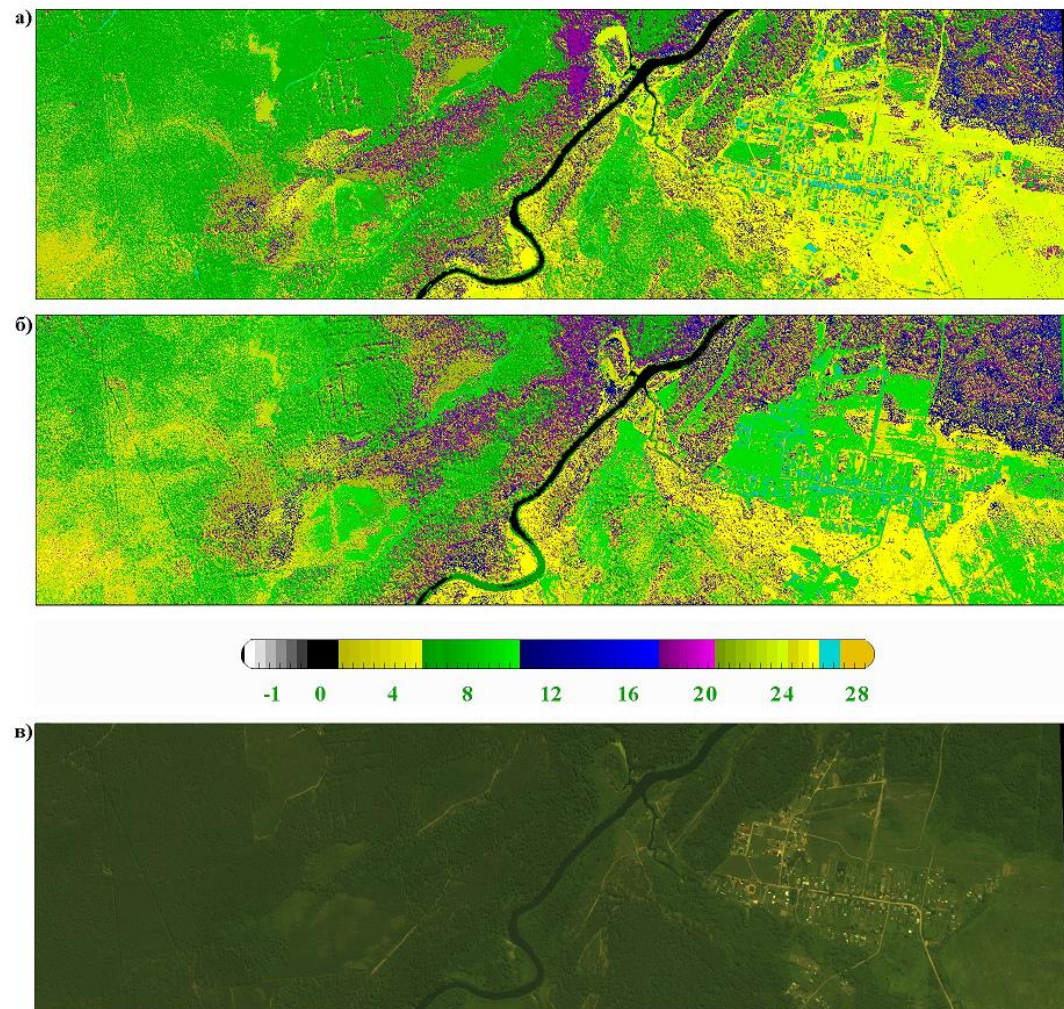
**Рис. 1. а) Результат распознавания типов растительной поверхности методом RANDOM FORESTS по спутниковым данным World View 2, б) результат расчета по модели QDA по данным World View 2, в) синтезированное RGB изображение по этим же спутниковым данным. Классы расположены по возрастанию яркости (величины смещения), (0-2) - вода, (3-5) - грунтовая поверхность, (6-20) - лесная растительность разного возрастного состава: (6-10) - сосновая, (11-17) - березовая, (18-20) - еловая; (21-24) - вырубка, (25) - болото, (26) - луговая растительность, (27) - дорожное покрытие твердого типа, (28) - карьер, (-1) - объект не распознан.**





**Рис. 2. а) Результат распознавания типов растительной поверхности методом RANDOM FORESTS по спутниковым данным World View 2, б) результат расчета по модели QDA по данным World View 2, в) синтезированное RGB изображение по этим же спутниковым данным. Классы расположены по возрастанию яркости (величины смещения), (0-2) - вода, (3-5) - грунтовая поверхность, (6-20) - лесная растительность разного возрастного состава: (6-10) - сосновая, (11-17) - березовая, (18-20) - еловая; (21-24) - вырубка, (25) - болото, (26) - луговая растительность, (27) - дорожное покрытие твердого типа, (28) - карьер, (-1) - объект не распознан.**





**Рис. 3. а) Результат распознавания типов растительной поверхности методом RANDOM FORESTS по спутниковым данным World View 2, б) результат расчета по модели QDA по данным World View 2, в) синтезированное RGB изображение по этим же спутниковым данным. Классы расположены по возрастанию яркости (величины смещения), (0-2) - вода, (3-5) - грунтовая поверхность, (6-20) - лесная растительность разного возрастного состава: (6-10) - сосновая, (11-17) - березовая, (18-20) - еловая; (21-24) - вырубка, (25) - болото, (26) - луговая растительность, (27) - дорожное покрытие твердого типа, (28) - карьер, (-1) - объект не распознан.**

#### IV. ВЫВОДЫ

- а) Осуществленные расчеты распознавания типов лесной растительности по имеющимся дистанционным данным показали, что точность попиксельной классификации методом **RANDOM FORESTS** по спутниковым данным **World View 2** оказывается во всех случаях выше в сравнении с результатами, полученными методом квадратичного дискриминантного анализа **QDA**. При этом в расчетах использованы несколько баз данных обучения, построенных ранее по 60 самолетным и 40 спутниковым "эталонным" участкам лесной растительности Савватьевского лесничества.
- б) Остается неизученной возможность построения некоторой оптимальной базы данных обучения для метода **RANDOM FORESTS**, которая даст наилучшую или хотя бы более высокую точность классификации этим методом в сравнении с использованными базами обучения. Эту и другие возникающие с применением метода **RANDOM FORESTS** возможности предполагается изучить в дальнейшем.

*Спасибо  
за внимание !*