

**Регламент открытого конкурса  
на лучшее решение в области создания интеллектуальных технологий  
дешифрования видовой аэрокосмической информации**

**1. Этапы**

1. Этап обучения (заочный): 16 января 2017 года – 26 февраля 2017 года
2. Отборочный этап (заочный): 27 февраля 2017 года – 17 марта 2017 года
3. Заключительный этап (очный): 20 марта 2017 года – 31 марта 2017 года

**2. Ключевые даты**

16 января 2017 года – старт Конкурса и начало регистрации, предоставление выборок Train1, Test1 для обучения алгоритмов и ведения обновляемого предварительного анонимного рейтинга участников.

17 февраля 2017 года – окончание регистрации.

23:59 (по московскому времени) 26 февраля 2017 года – окончание приема финальных версий работающих программ. Вместе с программой участники должны прислать инструкции по запуску программы.

27 февраля 2017 года – предоставление выборки Test2 для предфинальной оценки качества предлагаемых участниками решений.

23:59 (по московскому времени) 3 марта 2017 года – окончание приема результатов по выборке Test2.

6 марта 2017 года – 17 марта 2017 года – анализ результатов работы алгоритмов, валидация результатов и выделение группы лидеров для заключительного очного этапа.

20 марта 2017 года – 31 марта 2017 года – заключительный очный этап.

31 марта 2017 года – определение победителя (победителей).

**3. Исходные данные и формат предоставляемых результатов**

Решение задачи распознавания объектов на спутниковых снимках и аэрофотоснимках в видимом диапазоне осуществляется на основании предоставленных организаторами исходных данных.

**3.1. Термины**

*Изображение* – снимок земной поверхности в видимом диапазоне в формате tiff; размер изображения – 500x500 пикселей.

*Выборка* – набор изображений, предоставляемых участникам.

*Объект распознавания* – транспортное средство одного из трех классов: корабли, самолеты, автотранспорт (легковые, грузовые, пассажирские

автомобили). Конкретный вид рассматриваемых объектов определяется экспертной разметкой на предоставленных выборках.

*Минимальный ограничивающий прямоугольник (bounding box)* – прямоугольник, описанный вокруг объекта распознавания, со сторонами, параллельными осям координат, наименьший из возможных.

*Координаты объекта*  $(x_{min}, y_{min}, x_{max}, y_{max})$  – четыре целых числа в формате *integer*, координаты двух противоположных вершин, определяющих диагональ минимального ограничивающего прямоугольника для данного объекта. Отсчет координат ведется в пикселях, начиная с нуля, от левого верхнего угла изображения: координата  $x$  индексирует столбцы изображения,  $y$  – строки.

### 3.2. Исходные данные

Исходные данные содержат снимки городов, аэропортов и портов и получены из разнородных источников.

*Исходные данные* разбиты на три выборки: *обучающую*, *контрольную* и *валидационную* (далее Train1, Test1 и Test2, соответственно).

*Обучающая выборка* Train1 включает в себя изображения и экспертную разметку объектов. Экспертная разметка задается в виде координат минимальных ограничивающих прямоугольников и классов объектов и содержится в csv-файле *objects\_train.csv*. В каждой строке файла указан идентификатор изображения, координаты объекта распознавания и класс объекта распознавания по следующему формату:

<i>img_id</i>	<i>bb_coord</i> $(x_{min}, y_{min}, x_{max}, y_{max})$	<i>obj_class</i>
1	15,20,35,30	1
1	23,27,44,40	2
4	0,5,15,15	3
4	305,12,333,25	2
....	...	

Классы объектов расшифровываются следующим образом: 1 – самолеты, 2 – корабли, 3 – автотранспорт.

*Контрольная выборка* Test1 содержит изображения, для которых необходимо найти объекты распознавания, определив их класс и координаты минимального ограничивающего прямоугольника. Считается, что объект правильно определен на изображении, если объекту присвоен корректный класс, и мера перекрытия прямоугольников превышает пороговое значение 0.5 (см. п.6 Функционал качества). Результат необходимо представить в csv-файле в формате, указанном в п.3.3.

Валидационная выборка Test2 содержит изображения, для которых необходимо найти объекты распознавания, определив их класс и координаты аналогично изображениям контрольной выборки Test1. Результат необходимо представить в csv-файле в формате, указанном в п.3.3.

### 3.3. Формат предоставления результатов

Для расчета функционала качества участник должен предоставить список координат объектов с указанием их классов, содержащий достаточное количество объектов для того, чтобы найти все или почти все объекты распознавания, размеченные экспертом. Для каждого объекта участник должен предоставить координаты его минимального ограничивающего прямоугольника в формате  $(x_{min}, y_{min}, x_{max}, y_{max})$ , класс объекта *obj\_class*, идентификатор изображения *img\_id* и показатель ранжирования *s*. Пример заполненной таблицы:

<i>img_id</i>	<i>bb_coord</i> ( $x_{min}, y_{min}, x_{max}, y_{max}$ )	<i>obj_class</i>	<i>s</i>
1	13,25,36,38	1	0.9167
1	23,29,45,38	3	0.5256
1	10,0,30,40	1	0.1087
1	410,60,430,78	2	0.3167
...	...		...
4	305,13,330,20	2	0.8878
...	...		...

Оценка качества алгоритма производится путем расчета площади под кривой точности/полноты, см. п. 6. Рейтинг участников формируется на основе среднего по всем классам значения площади.

## 4. Детализация этапов

### 1. Этап обучения (16 января 2017 года – 26 февраля 2017 года).

16 января 2017 года начинается регистрация участников конкурса, участникам предоставляются выборки Train1, Test1. Выборка Train1 используется для обучения алгоритмов распознавания объектов на изображениях, выборка Test1 – для ведения предварительного рейтинга. Начинается прием результатов работы алгоритмов участников на данных Test1.

На основании представленных результатов рассчитывается предварительный анонимный рейтинг участников. Процедура формирования рейтинга описана в разделе 7.

17 февраля заканчивается регистрация участников конкурса.

До 23:59 (по московскому времени) 26 февраля 2017 года участники должны прислать свои итоговые программы и инструкции к ним.

## 2. Отборочный этап (27 февраля 2017 года – 17 марта 2017 года).

27 февраля участникам предоставляется выборка Test2.

До 23:59 (по московскому времени) 3 марта участники присылают результаты работы своих итоговых программ на выборке Test2 в том же формате, что и на этапе обучения.

До 17 марта производится анализ результатов по показателям качества и времени работы алгоритмов, валидация результатов и выделяется группа лидеров для заключительного очного этапа.

## 3. Заключительный этап (20 марта 2017 года – 31 марта 2017 года)

В заключительном этапе Конкурса принимают участие лидеры отборочного этапа.

Информация о проведении заключительного этапа и критерии выбора победителя (победителей) представлена в п.3.10 – 3.14 Конкурсной документации.

## 5. Требования к программам

К программам участников предъявляются следующие требования:

- программа должна реализовывать возможность загрузки множества изображений – выборки Test, после чего должна выдавать результат в виде csv-файла, содержащего таблицу установленного формата;
- программа должна обрабатывать каждое изображение независимо от остальных изображений в выборке (т.е. при обработке не должна использоваться какая-либо дополнительная информация о других изображениях);
- предоставляемые программы не должны содержать ошибок исполнения, а также замедлять работу и наносить какой-либо вред вычислительной системе;
- программа должна предоставляться вместе со всем необходимым для ее запуска программным обеспечением;
- программа должна вести лог решения задачи: в режиме реального времени показывать количество обработанных изображений, время, затраченное на обработку этих изображений, и время, необходимое для окончания обработки оставшихся изображений;
- предоставление необходимых прав на использование программного обеспечения в объемах и сроках, обусловленных воспроизведением результата

работы программы, а также помощь в воспроизведении результатов работы программы является обязанностью участника Конкурса;

- вся необходимая информация по установке, запуску и функционированию решения должна быть описана в сопутствующей документации;
- среднее время на обработку одного изображения не должно превышать 15 секунд. Данные ограничения приведены в предположении запуска программы на ПК с характеристиками Intel Core i5 - 2500К 3.3 - 3.7 ГГц, 8 Гб ОЗУ или аналогичными. Программа должна запускаться на операционной системе Windows 7 / Windows 8 / Windows 10 или Linux;

## 6. Функционал качества

Расчет функционала выполняется на основании результата работы алгоритма участника, предоставленного в csv-файле с указанием найденных объектов в формате координат ограничивающих прямоугольников, классов объектов (самолеты, корабли, автотранспорт) и значений показателя ранжирования.

Расчет функционала выполняется независимо для всех классов. Окончательное значение ошибки рассчитывается в виде усреднения функционала по всем классам.

### 6.1. Основные обозначения

$b_1, \dots, b_N$  – экспертная разметка ограничивающих прямоугольников на изображениях. Стороны всех ограничивающих прямоугольников параллельны осям координат изображения; ограничивающий прямоугольник задается координатами двух противоположных вершин, определяющих диагональ прямоугольника.

$(\hat{b}_1, s_1), \dots, (\hat{b}_M, s_M)$  – ответы алгоритма с показателями ранжирования. Ответы алгоритма отсортированы по показателям ранжирования: для индексов  $i > j$  выполнено  $s_i < s_j$ .

$IOU(b_i, \hat{b}_j)$  – мера перекрытия ограничивающих прямоугольников, рассчитывается в виде отношения площади пересечения к площади объединения прямоугольников

$$IOU(b_i, \hat{b}_j) = \frac{|b_i \cap \hat{b}_j|}{|b_i \cup \hat{b}_j|}$$

Считается, что прямоугольники перекрываются, если мера их перекрытия превосходит пороговое значение  $IOU_{thr} = 0.5$ .

$\mathbf{z} = [z_1, \dots, z_M]$  – вектор *true positives* (*tp*): бинарный вектор, элемент  $z_j$  которого является индикатором того, что ответу алгоритма  $(\hat{b}_j, s_j)$  соответствует объект  $b$  согласно критерию  $IOU(b, \hat{b}_j) \geq IOU_{thr}$ . При этом если для объекта  $b$  алгоритм участника определил несколько перекрывающихся его прямоугольников  $\hat{b}_j$ , то объекту  $b$  ставится в соответствие один ответ участника с наибольшим значением  $s_j$ . Кроме того, если ответ участника  $\hat{b}_j$  перекрывает более одного объекта, то ему ставится в соответствие объект с наибольшей мерой перекрытия.

## 6.2. Алгоритма расчета вектора true positives

### Вход:

заданные ограничивающие прямоугольники  $b_1, \dots, b_N$ ;

ответы алгоритма  $(\hat{b}_1, s_1), \dots, (\hat{b}_M, s_M)$ , сортированные по показателям ранжирования  $s$  ( $s_i > s_j$ );

пороговое значение перекрытия  $IOU_{thr}$ .

### Выход:

вектор true positives  $\mathbf{z} = [z_1, \dots, z_M]$ .

### Алгоритм:

1.  $U = \{1, \dots, N\}$  # Множество индексов объектов, для которых не найден соответствующий ответ алгоритма участника;
2. For  $i = 1, \dots, M$ : # Цикл по всем ответам
3. # Найти все объекты, которые перекрываются с  $b_i$   
 $U' = \{j \in U : IOU(\hat{b}_j, b_i) \geq IOU_{thr}\};$
4. If  $U' \neq \emptyset$ :
5. # Среди всех найденных объектов выбрать тот, который обладает # максимальным перекрытием с  $b_i$   
 $\hat{j} = \arg \max_{j \in U'} IOU(\hat{b}_j, b_i);$   
 $U = U \setminus \hat{j}$  # Исключить объект из числа ненайденных  
 $z_i = 1$  # Присвоить  $i$ -му объекту значение  $tp=1$
- Иначе:
6.  $z_i = 0$  # Присвоить  $i$ -му объекту значение  $tp=0$

## 6.3. Метрики качества

В качестве базовых метрик рассматриваются функции *точности* (*precision, p*) и *полноты* (*recall, r*) для первых  $k$  объектов из ответов алгоритма участника:

$$r(k) = \frac{\sum z_{1:k}}{N},$$

$$p(k) = \frac{\sum z_{1:k}}{k},$$

где  $\sum z_{1:k}$  – сумма первых  $k$  элементов вектора  $\mathbf{z}$ .

Функционалом качества решения участника является площадь под кривой precision/recall:

$$Q = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^M [p(k-1) + p(k)] \Delta r(k),$$

где  $\Delta r(k) = r(k) - r(k-1)$ ,  $r(0) = 0$ ,  $p(0) = 0$ .

Финальный функционал качества рассчитывается в виде среднего функционала по трем рассматриваемым классам.

$$Q_{final} = \frac{1}{3} (Q_1 + Q_2 + Q_3),$$

где  $Q_1, Q_2, Q_3$  – значения площади под кривой для каждого из трех классов.

## 7. Построение предварительного рейтинга участников

На этапе обучения на основании результатов участников по выборке Test1 рассчитывается предварительный анонимный рейтинг участников.

Предварительный анонимный рейтинг формируется в соответствии с функционалом качества (см. раздел 6).

Для проверки качества алгоритма и составления рейтинга результатов каждый участник направляет файл с результатами работы алгоритма на контрольной выборке на адрес [competitions@forecsys.ru](mailto:competitions@forecsys.ru), указав в теме письма «Конкурс ФПИ-2016.2: Результаты Идентификационный номер участника» (письмо должно быть отправлено с того же электронного адреса, что и при регистрации участника).

Рейтинг обновляется раз в неделю по мере поступления результатов от участников: каждый понедельник до 23:59 по московскому времени ведется прием писем с результатами для составления очередного предварительного рейтинга участников. В течение следующего рабочего дня будет обновлен предварительный рейтинг результатов участников. Для расчета рейтинга используются результаты участника, полученные в последнем письме до указанного времени.