

**Регламент открытого конкурса Фонда перспективных исследований на
лучшее решение в области создания интеллектуальной технологии
контроля ручных операций по видеоизображению с рабочего места
оператора сборочного производства**

1. Этапы

1. Первый этап – обучение (заочный): 02 апреля – 28 мая 2018 г.
2. Второй этап – отборочный (заочный): 29 мая – 25 июня 2018 г.
3. Третий этап – заключительный (очный): 26 июня – 01 августа 2018 г.

2. Ключевые даты

02 апреля 2018 г. – старт Конкурса и начало регистрации. Предоставление идентификационных номеров участникам Конкурса, выборки Train и Test. Прием заявок и результатов участников установленного формата (п. 4.1 данного Регламента) по выборке Test. Ведение обновляемого предварительного рейтинга участников.

28 мая 2018 г. до 23:59 (по московскому времени) – окончание регистрации и приема результатов участников установленного формата (п. 4.1 данного Регламента) по выборке Test.

с 29 мая 2018 г. по 4 июня 2018 г. – подведение итогов первого этапа (обучение). Оповещение участников по электронной почте прошедших на следующий этап. Предоставление Технологического процесса сборки Макета, Цифровой модели, Видеозаписи сборки.

с 05 июня 2018 г. по 23:59 (по московскому времени) 25 июня 2018 г. – прием работающего ПО участников. Вместе с ПО участники должны прислать инструкции по запуску ПО.

с 26 июня 2018 г. по 02 июля 2018 г. – анализ результатов работы алгоритмов, валидация результатов подведение итогов второго этапа (обучение), определение и оповещение по электронной почте участников, прошедших в третий этап (заключительный).

01 августа 2018 г. – очная демонстрация и финал Конкурса.

3. Термины и сокращения

Макет – турбокомпрессор 7С-6М 740.60-1118010 от автомобиля КамАЗ для конкурсной задачи по контролю ручных операций.

Цифровая модель – трехмерная модель Макета в формате «step».

Технологический процесс – упрощенная для конкурсной задачи упорядоченная последовательность взаимосвязанных действий по сборке Макета на основе производственного технологического процесса.

Объект распознавания – собранный Макет или отдельные его части и элементы. Данное определение объекта распознавания не является формальным критерием, а конкретный вид объекта и его расположение по отношению к другим элементам изображения определяется экспертной разметкой на предоставленной выборке.

Видеофайл – видеофайл, содержащий видеoinформацию о частях, элементах и самом Макете (формат avi, размер видеоизображения – 1920x1080 пикселей).

Набор данных – структурированный пакет, содержащий в себе набор видеоизображений (выборки) предоставляемый участникам Конкурса.

Обучающая выборка – идентификатор «Train». Набор данных содержит 100 видеофайлов, 100 изображений, 100 файлов разметки в формате «txt». Каждый видеофайл содержит в себе части Макета или Макет в сборе.

Контрольная выборка – идентификатор «Test». Набор данных содержит 100 видеофайлов частей Макета или Макет в сборе для представления участниками данных распознавания.

Валидационная выборка – идентификатор «Test2». Набор данных с содержанием 100 видеофайлов используемая для второго этапа (отборочного);

Координаты объекта – координаты верхнего левого (x_1, y_1) и нижнего правого (x_2, y_2) угла прямоугольника описывающего объект распознавания. Отсчет координат ведется в пикселях, начиная с нуля, от левого верхнего угла видеоизображения.

Видеозапись сборки – видеофайлы сборки Макета согласно Технологическому процессу.

ПК – персональный компьютер.

ПО – программное обеспечение, компьютерные программы, процедуры, соответствующая документация и данные, относящиеся к функционированию компьютерной системы.

4. Исходные данные для первого этапа (обучения) и второго этапа (отборочного)

Исходные данные для участников представлены в виде структурированного набора данных состоящего из выборок Train и Test. Выборки содержат видеофайлы по следующим основным частям Макета:

- колесо компрессора;
- крышка;
- корпус компрессора;
- корпус подшипников;
- корпус турбины;
- экран турбины;
- переходник (маслослив);
- ротор;
- корпус подшипников с ротором;
- турбокомпрессор в сборе.

Выборка Train – используется для обучения и содержит 100 изображений (кадров) из каждого видеофайла и 100 текстовых документов с координатами объектов на изображении из видеофайла. Координаты объектов представлены в виде «1789 288 1123 583» где: «1» - номер объекта распознавания, «789 288» координаты по x_1 , y_1 левого верхнего угла ограничивающего прямоугольника, «1123 583» координаты по x_2 , y_2 правого нижнего угла ограничивающего прямоугольника объекта распознавания.

Выборка Test – используется для ведения предварительного рейтинга участников.

Один и тот же видеофайл может присутствовать в нескольких наборах данных. Видеофайлы могут быть двух типов:

- содержащие один или несколько объектов распознавания;
- не содержащие объекты распознавания.

Объекты распознавания могут находиться на полу, на столе, около посторонних предметов, рядом с другими объектами. Задачей участников является обнаружение объектов распознавания на видеоизображениях вне зависимости от их расположения.

По запросу участника Организатору Конкурса на электронную почту nastavnik@kamaz.ru назначается время для предоставления доступа к Макету на определенной Организатором территории по согласованию с участником.

4.1. Задача участника на первом этапе (обучения)

Задачей участника на первом этапе (обучения) является автоматическое определение координат частей Макета и Макета в сборе на видеоизображениях выборки Test.

Участник должен предоставить Организаторам Конкурса результаты работы своего ПО, по выборке Test в формате «csv» файла.

Для расчета качества распознавания участник предоставляет список координат объектов по каждому 100 (сотому) кадру видеофайла выборки Test.

Для каждого объекта распознавания участник должен предоставить координаты левого верхнего и правого нижнего угла прямоугольника, описывающего распознаваемый объект.

Пример заполненной таблицы с результатами в формате «csv» (текст в таблице необходимо заполнять латиницей) для каждого 100-го кадра:

Dataset	Part	Video_id	Frame	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂
Test	korpus	korpus.1.avi	100	150	120	304	512
			200	154	118	307	510
			300	158	115	310	507
		
		korpus.2.avi	100	101	130	250	480
			200	105	127	256	475
			300	111	124	261	471
		

Расчет качества выполняется на основании результата работы алгоритма участника, предоставленного в csv-файле, с указанием координат найденных объектов распознавания. Описание критерии оценки и ранжирования представлено в п. 4.2 «Критерии оценки и ранжирование результатов» настоящего Регламента.

Первый этап (обучение) проходят участники, которые хотя бы один раз распознали все 10 частей Макета выборки Test.

Для проверки качества алгоритма и составления предварительного рейтинга результатов каждый участник направляет файл с результатами работы на электронный адрес nastavnik@kamaz.ru, указав в теме письма «Конкурс ФПИ-2018: Результаты, Идентификационный номер участника» (письмо должно быть отправлено с того же электронного адреса, что и при регистрации участника).

4.2. Критерии оценки и ранжирование результатов

Участникам необходимо на каждом 100 (сотом) и 10 (десятом) кадре (на первом (обучения) и втором этапе (отборочном) соответственно) видеофайла, распознать и получить координаты верхнего левого и нижнего правого угла прямоугольника, описывающего распознаваемый объект. Где X_1 и Y_1 – это верхний левый угол прямоугольника, X_2 и Y_2 – это нижний правый угол прямоугольника, пример на Рис 1.

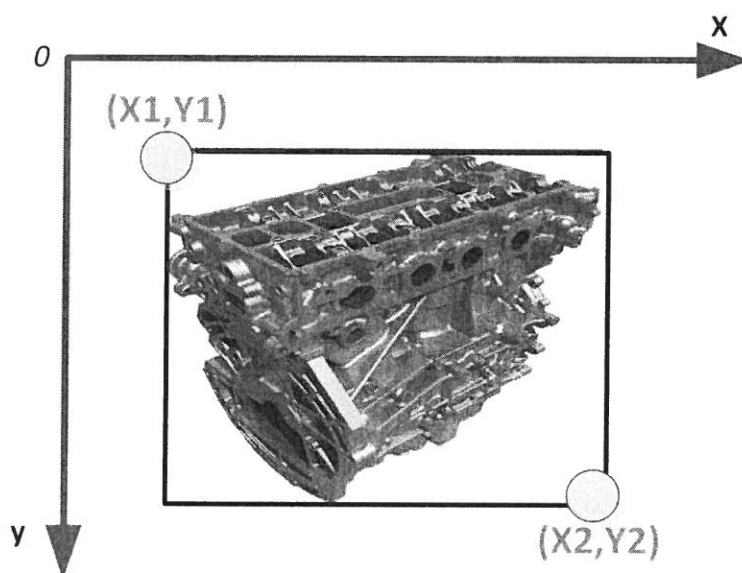


Рис. 1 – требуемые от участников координаты, на кадрах видео

Ранжирование результатов участников выполняется в следующем порядке:

Первоначально вычисляется дельта- Δ между распознанными и размеченными экспертом значениями каждой точки координат, затем вычисляется сумма этих дельт. Разницы между распознанными и размеченными значениями экспертом вычисляются по следующим формулам:

для верхнего левого угла:

$$X_{1\Delta} = X_{1\text{ucx}} - X_{1\text{result}}$$

$$Y_{1\Delta} = Y_{1\text{ucx}} - Y_{1\text{result}}$$

для нижнего правого угла:

$$X_{2\Delta} = X_{2\text{ucx}} - X_{2\text{result}}$$

$$Y_{2\Delta} = Y_{2\text{ucx}} - Y_{2\text{result}}$$

Где:

$X_{1\text{ucx}}$ и $Y_{1\text{ucx}}$, $X_{2\text{ucx}}$ и $Y_{2\text{ucx}}$ – размеченные экспертом координаты X и Y;

$X_1 \text{ result}$ и $Y_1 \text{ result}$, $X_2 \text{ result}$ и $Y_2 \text{ result}$ – полученные участником по результатам распознавания координаты X и Y ;

Вычисление суммы всех дельт рассчитывается по формуле сложения:

$$\Delta_{sum\ i} = |X_{1\Delta}| + |Y_{1\Delta}| + |X_{2\Delta}| + |Y_{2\Delta}|$$

Где:

i – номер кадра.

Полученная дельта является показателем отклонения лишь по одному кадру, так как в Конкурсе участникам предстоит распознать несколько кадров, относительно одного видеофайла вычисляется среднее арифметическое значение от всех дельт по каждому кадру. Полученное значение является показателем ранжирования.

Вычисление показателя среднего отклонения на одном видео среди всех дельт, полученных по каждому кадру (показателя ранжирования) вычисляется по формуле:

$$\Delta_{\text{среднее}} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_{sum\ i}}{4 * n}$$

Где:

$\sum_{i=1}^n \Delta_{sum\ i}$ – сумма всех дельт по n – количеству кадров;

n – количество кадров;

4 – количество координат ($X_1\ Y_1\ X_2\ Y_2$).

Пример ранжирования:

Эксперт разметил следующее изображение с координатами объекта распознавания:

верхний левый угол: $X_1, Y_1 (200, 300)$;

нижний правый угол: $X_2, Y_2 (700, 900)$.

Из полученных результатов участников формируется таблица с показателями разниц в значениях (на примере 4 участников):

Таблица показателей по одному кадру

Исходные	X_1	Y_1	X_2	Y_2	Δ_{sum}	$\Delta_{среднее}$
	200	300	700	900		
Участник 1 <i>1 кадр</i>	204	310	720	910		
<i>Разница Δ</i>	-4	-10	-20	-10	44	44/4= 11
Участник 2 <i>1 кадр</i>	206	302	701	905		
<i>Разница Δ</i>	-6	-2	-1	-5	14	14/4= 3,5
Участник 3 <i>1 кадр</i>	210	310	715	904		
<i>Разница Δ</i>	-10	-10	-15	-4	39	39/4= 9,75
Участник 4 <i>1 кадр</i>	215	308	702	905		
<i>Разница Δ</i>	-15	-8	-2	-5	30	30/4= 7,5

На основании полученных средних отклонений при распознавании формируется рейтинг участников. К примеру, Участник № 2 имеет наименьшее среднее отклонение в 3,5 пикселей.

Таблица рейтинг участников

Место	Участник	$\Delta_{среднее}$
1	Участник 2	3,5
	$\Delta_{среднее}$	
2	Участник 4	7,5
	$\Delta_{среднее}$	
3	Участник 3	9,75
	$\Delta_{среднее}$	
4	Участник 1	11
	$\Delta_{среднее}$	

Примечание и исключения:

В случае, если у нескольких участников совпадают значения $\Delta_{среднее}$, то принимается решение, что участники делят между собой соответствующие

места в рейтинге. Если в рейтинге участников на рубеже перехода на следующий этап сформировалась группа с одинаковым значением $\Delta_{\text{среднее}}$, то Конкурсной комиссией принимается решение по допуску к следующему этапу всех участников данной группы с пограничным значением $\Delta_{\text{среднее}}$ с соответствующим увеличением количества участников следующего этапа.

4.3. Задача участника на втором этапе (отборочном)

Задачей участников на втором этапе (отборочном) является предоставление организаторам разработанного ПО для распознавания объектов по выборке Test2. В отличие от первого этапа (обучение) ПО участников должно продемонстрировать распознавание уже по каждому 10-му кадру из видео по выборке Test2 с выгрузкой результатов Организаторам Конкурса в csv-файле согласно п. 4.1 и 4.2 данного Регламента.

4.3.1. Требования к ПО

1. ПО должно реализовывать возможность загрузки множества видеофайлов – набора данных Test и Test2, после чего должно выдавать результат в виде csv-файла, содержащего таблицу установленного формата.
2. ПО должно обрабатывать каждый видеофайл независимо от остальных видеофайлов в выборке (т.е. при обработке не должна использоваться какая-либо дополнительная информация о других видеофайлах).
3. Предоставляемое ПО не должно содержать ошибок исполнения, а также замедлять работу и наносить какой-либо вред вычислительной системе.
4. ПО должно вести лог решения задачи: в режиме реального времени показывать количество обработанных видеофайлов, время, затраченное на обработку этих видеофайлов, и время, необходимое для окончания обработки, оставшихся видеофайлов.
5. Среднее время на обработку одного видеофайла не должно превышать времени воспроизведения самого видеофайла.
6. ПО должно предоставляться вместе со всем необходимым для запуска дополнительным программным обеспечением.
7. Предоставление необходимых прав на использование дополнительного программного обеспечения в объемах и сроках, обусловленных воспроизведением результата работы ПО, а также помощь в воспроизведении результатов работы ПО является обязанностью участника Конкурса.

8. Вся необходимая информация по установке, запуску и функционированию ПО должно быть описано в прилагаемой документации.

9. Предполагаемый ПК для запуска ПО участников со следующими характеристиками: процессор INTEL Xeon Processor E5-2660 v4 OEM, материнская плата Asus ZIOPE-D16 WS, оперативная память Kingston Value RAM (32Gbx4) DIMM registered DDR4, блок питания Be Quiet POWER ZONE 1000W CM, видеокарта PNY NVIDIA Quadro P4000, жесткий диск Seagate BarraCuda ST2000DM006 2TB, SSD диск ADATA XPG SX7000 512Gb, операционные системы семейств Windows и Linux (использование других операционных систем возможно только после согласования с Организаторами).

4.4. Рейтинг участников

Рейтинг обновляется один раз в неделю на сайте nastavnik.kamaz.ru 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. Для расчета рейтинга используются результаты участника, полученные в последнем письме до указанного времени.

5. Исходные данные для третьего этапа (заключительного)

Исходными данными для разработки ПО является:

Технологический процесс с типовыми ошибками;

Цифровая модель;

Видеозапись сборки;

собственное разработанное ПО участника по распознаванию частей Макета и Макета в целом на предыдущих этапах Конкурса.

Задачей участника является разработка ПО по контролю ручных операций по видеоизображению с рабочего места оператора сборочного производства на основе исходных данных для третьего этапа (заключительного).

В рамках третьего этапа (заключительного) участнику на время очной презентации предоставляется веб-камера (разрешающая способность: 1920 x 1080 пикселей, до 30 кадров/секунду, интерфейсом USB 2.0), TV-панель, питание 220 Вт и Макет для демонстрации разработанного ПО.

Участник имеет право провести демонстрацию на собственном Турбокомпрессоре 7С-6М 740.60-1118010. Данный турбокомпрессор имеется в продаже двух видов: левой и правой сборки, оба вида подходят для Конкурса.

Участник демонстрирует разработанное ПО на собственном ПК посредством подключения к веб-камере и TV-панели.

Члены Конкурсной комиссии имеют право самостоятельно попробовать собрать Макет во время демонстрации участника.

5.1. Основные требования к функциональным возможностям ПО участников третьего этапа (заключительного)

1. ПО должно визуально (в дополненной реальности) пошагово демонстрировать процесс сборки Макета в соответствии с процедурой, описанной в Технологическом процессе.

2. ПО должно выводить ошибку, если сборка Макета производится не в соответствии с Технологическим процессом.

3. ПО должно выводить сообщение об ошибке, если при сборке допускаются типовые ошибки перечисленные в Технологическом процессе.

4. ПО должно максимально возможно контролировать правильность сборки Макета.

Предоставление необходимых прав на использование ПО в объемах и сроках, обусловленных воспроизведением результата работы программы, а также помощь в воспроизведении результатов работы программы является обязанностью участника Конкурса.

5.2. Критерии оценки

Конкурсная комиссия оценивает предлагаемое решение согласно п. 3.9 Конкурсной документации.