



**КВАНТОРИУМ**

**Международный конкурс детских  
инженерных команд**

**КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ**

**«Оптимальный захват»**

МОСКВА

2019

## **1. Тема задания заочного отборочного этапа конкурса**

Разработка программно-аппаратного комплекса адаптивного захвата и сортировки объектов манипуляционным роботом.

### **Преамбула**

Тема задания направлена на поиск решений следующих проблем:

ограниченная функциональность сортировочных линий и ориентированность на определённые параметры объектов;

сложность подготовки автоматизированной сортировочной линии для разнородных объектов;

низкие показатели окупаемости существующих решений для автоматизированной сортировки объектов.

Разработка адаптивных алгоритмов определения оптимального способа захвата объекта промышленным манипулятором в высокоинтенсивных производственных условиях – новый этап развития роботизации процессов сортировки в логистических, ритейлерских и почтовых центрах.

Использование машинного обучения в промышленной автоматизации – предмет научных исследований вузов и корпораций.

На данный момент существует проблема окупаемости существующих робототехнических комплексов для замещения человеческого труда на вредных и монотонных линиях сортировки, например, на мусороперерабатывающих заводах.

Исходя из вышеперечисленных исходных данных, необходимо отработать возможные решения проблемы автоматизированной сортировки разнородных объектов.

## **2. Задание заочного отборочного этапа конкурса**

Необходимо разработать действующий робототехнический комплекс сортировки разнородных объектов.

**Соревновательная задача:** с использованием программного обеспечения для моделирования работы манипуляционных роботов провести моделирование роботизированного комплекса сортировки разнородных объектов и по итогам моделирования реализовать функционал на реальном манипуляционном роботе с системой технического зрения. Виртуальная модель робота должна быть оснащена отдельно расположенными на фланце манипулятора вакуумной присоской и электромеханическим двупалым захватом. Моделируется сцена, где перед роботом на столе в контейнере в произвольном виде располагаются различные объекты. Необходимо обучить робота воспринимать команду на подачу определенного объекта; определять, исходя из формы объекта, типа поверхности и других параметров, каким образом эффективнее осуществить его захват; перенести объект в указанное место. Фиксируется: время с момента подачи команды и осуществления сортировки; технические характеристики компьютера, на котором осуществлялось моделирование. Согласно созданной модели реализуется реальный робототехнический комплекс. Комплекс способен выполнять действия, аналогичные действиям компьютерной модели. В дополнение необходимо разработать программное обеспечение, позволяющее осуществить сортировку различных типов объектов и реализующее интерфейс взаимодействия с робототехническим комплексом и виртуальной моделью робототехнического комплекса. Программное обеспечение должно позволять запускать отдельно моделирование робота. Программное обеспечение должно иметь функционал для использования среды моделирования робота в качестве средства визуализации работы реальной системы. В состав ПО должен входить модуль для обучения робототехнического комплекса распознаванию объектов и определению оптимального для каждого класса объектов способа захвата.

### **Требования к устройству**

**Назначение:** адаптивная сортировка разнородных объектов роботом-манипулятором с человеко-машинным интерфейсом.

**Функциональные требования:** Должна быть реализована система определения типа объектов в системе моделирования робототехнического комплекса и на реальном устройстве. Должна быть обеспечена возможность подачи манипулятором определенного объекта по голосовой команде от человека, например, «подать все яблоки». Команда должна выполняться как в системе моделирования, так и на реальном роботе.

Все операции, в том числе захват объекта, робот должен производить автономно.

Необходимо предусмотреть систему технического зрения для визуальной сортировки объектов.

Необходимо предусмотреть интерфейс для добавления нового класса объектов и обучения определению захватных точек для нового класса объектов.

**Технические требования:** Манипулятор оснащен минимум двумя типами захватных устройств – пневматической присоской и электромеханическим захватом.

Минимальная грузоподъемность манипулятора 1 кг.

Максимальная грузоподъемность манипулятора 10 кг.

8 типов сортируемых объектов (пустая прозрачная стеклянная бутылка объемом 0.3 литра, полная пластиковая бутылка с цветной жидкостью объемом 0.3 литра, мягкая игрушка весом до 0.5 кг, пустая алюминиевая банка объемом до 0.75 л, полиэтиленовый пакет, скрепленная пачка банкнот – 100 купюр (использовать игрушечные банкноты), конверт бандерольный 350x470 с весом до 0.3 кг, банан).

Особых требований к среде моделирования работы робототехнической системы не предъявляется.

Требования к материалам изготовления устройства не предъявляются. Требования к составу комплектующих (деталей и составных частей) и происхождению комплектующих не предъявляются, при сохранении

возможности перевозки/транспортировки разработанного робототехнического комплекса.

Требования к классу/типу манипуляционного робота не предъявляются, при сохранении возможности перевозки/транспортировки разработанного робототехнического робототехнического комплекса.

**Требования к проведению контрольных тестов:** в виртуальной среде моделирования работы робототехнической системы в пространство моделирования входит место для размещения манипуляционного робота, зона размещения для 6 сортируемых объектов каждого типа (всего 48 объектов), зона с контейнерами для автоматического складывания каждого типа объектов (всего 8 контейнеров). Все объекты случайным образом располагаются в зоне сортировки и перемешиваются перед началом испытаний.

Тестирование реального устройства производится в специальной зоне, аналогичной по организации виртуальной среде.

### **3. Форма представления результатов выполнения задания заочного отборочного этапа конкурса**

Результаты выполнения конкурсного задания должны быть представлены в виде:

архива с файлами и пояснениями, необходимыми для моделирования робототехнической системы;

видеопрезентации разработанной компьютерной модели;

видеопрезентации разработанного технического устройства;

заключения научно-технического совета (или иного совещательного органа, созданного в целях научно-методологического и экспертного обеспечения деятельности) организации, осуществляющей деятельность по соответствующему направлению темы конкурсного задания, и (или) рецензии кандидата наук или доктора наук (или лица, имеющего ученую степень, полученную в иностранном государстве и признаваемую в Российской

Федерации), осуществляющего деятельность по направлению темы конкурсного задания.

#### **4. Требования к демонстрационным материалам**

Каждая видеопрезентация должна быть представлена в виде видеоролика продолжительностью не более пяти минут.

На видео процесса моделирования: 1. Произносится команда для виртуальной модели робота, находящейся в среде моделирования. 2. После получения команды виртуальная модель робота перемещается к зоне сортировки. 3. Робот в виртуальной среде отбирает объекты соответствующие полученной команде. На видео обязательно необходимо показать, что моделирование происходит без управляющего воздействия человека, а также предоставить данные по возникающим перемещениям в шарнирах модели манипулятора.

На видео процесса работы робототехнической системы необходимо продемонстрировать соответствие между разработанной моделью и реальной системой. Показать полный процесс автоматической сортировки 6 объектов 8 классов (всего 48 объектов), случайно расположенных в сортировочной зоне. На видео обязательно необходимо показать, что работа устройства происходит без управляющего воздействия человека, а также предоставить данные по возникающим перемещениям в шарнирах модели манипулятора.

Помимо этого, на видео необходимо показать технические решения, использованные при разработке системы сортировки. Обязательно показать размеры манипулятора, систему технического зрения и устройство управления.

Музыкальное сопровождение в видеопрезентации не допускается.

К видео должно прилагаться техническое описание разработанного устройства в формате .pdf., содержащее иллюстрации и исчерпывающие пояснения на русском или английском языке, раскрывающие принцип действия устройства, его функциональные свойства, а также технические особенности,

позволяющие устройству выполнять свои основные функции (задачи по назначению).

## **5. Критерии оценки задания заочного отборочного этапа конкурса**

### **Работа виртуальной модели адаптивной роботизированной сортировки:**

нет виртуальной модели – 0 баллов;

есть виртуальная модель, но не предусмотрена сортировка с использованием различных захватных устройств – 3 балла;

есть виртуальная модель, предусмотрена сортировка с использованием различных захватных устройств, но пространство моделирования не организовано согласно требованиям – 4 балла;

есть виртуальная модель, предусмотрена сортировка с использованием различных захватных устройств, пространство моделирования организовано согласно требованиям – 5 баллов.

### **Способность к обработке голосовой команды в виртуальной модели:**

не способен обработать команду – 0 баллов;

отображается распознанная команда, модель робота не реагирует – 1 балл;

отображается распознанная команда, модель робота реагирует, но не корректно – 3 балла;

отображается распознанная команда, модель робота реагирует, совершает все необходимые действия – 5 баллов.

### **Соответствие реализованной робототехнической системы и виртуальной модели:**

нет виртуальной модели или реализованной системы – 0 баллов;

есть значительное различие в оснастке и конструкции – 1 балл;

есть различие в захватных устройствах, но виртуальная модель визуализирует перемещения манипулятора – 2 балла;

виртуальная модель совпадает с реальной, но только визуализирует перемещения манипулятора, без обмена данными с реальным устройством – 3 балла;

виртуальная модель совпадает с реальной, визуализирует перемещения манипулятора в реальном времени при работе реального устройства – 4 балла;

виртуальная модель совпадает с реальной, визуализирует перемещения манипулятора в реальном времени при работе реального устройства и связана с интерфейсом управления манипулятора – 5 баллов.

### **Интерфейс управления роботом:**

нет интерфейса – 0 баллов;

интерфейс позволяет запустить работу автоматизированной сортировки только на виртуальной модели или реальном устройстве – 1 балл;

интерфейс позволяет запустить работу автоматизированной сортировки на модели и реальном устройстве – 2 балл;

интерфейс позволяет запустить работу автоматизированной сортировки на модели и реальном устройстве, позволяет выбрать один тип объекта – 4 балла;

интерфейс позволяет запустить работу автоматизированной сортировки на модели и реальном устройстве, позволяет выбрать один тип объекта, добавить новый класс распознаваемых объектов – 5 баллов.