

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

Командный кейс №3

"Складской робот транспортировщик"

---

## 1. Формулировка задачи (условия)

Необходимо спроектировать и реализовать конструкцию и программное обеспечение мобильного колесного робота, осуществляющего поиск и захват целевых объектов в одной зоне и их безопасное перемещение в другую зону, с учетом существующих препятствий на своем пути.

## 2. Требования к продукту (регламент, ТЗ)

Главной задачей является разработка колесного робота с системой управления для осуществления транспортировки предметов.

Необходимо реализовать конструкцию мобильного колесного робота, который будет автоматически осуществлять поиск и захват целевых объектов в зоне “погрузки” и осуществлять их самостоятельное перемещение в соответствующую зону, объезжая различные препятствия на своем пути. Конструкция мобильного робота должна быть оригинальной и иметь механизм захвата целевого объекта для его транспортировки в соответствующую зону на полигоне. Механизм захвата можно реализовать любым способом: механизмом взятия, подъема, фиксации и т. д. Но необходимо, чтобы захват производился в автоматическом режиме, без участия оператора.

Для поиска целевых предметов и осуществления навигации необходимо использовать камеру. Для учета препятствий на полигоне разрешается использовать другие сторонние датчики для получения информации об объектах внешнего мира. Программное обеспечение системы управления должно иметь технологии компьютерного зрения для ориентации и навигации в пространстве, т. е. поиска зон “выгрузки”, а также, для поиска целевых предметов. Информация о найденном целевом предмете должна выводиться на монитор компьютера по беспроводной связи. Система управления должна учитывать информацию о препятствиях, получаемую с любых необходимых датчиков. Камера тоже может являться датчиком для идентификации препятствий. Мобильный робот может иметь как бортовую систему управления, так и внешнюю.

Полигон должен представлять собой участок (материал участка может быть любым, например – фанера, ватман, плитка, линолеум и т. д.) размером 2,5 x 2,5м, без ограничений по периметру и какой-либо нанесенной внутри разметки, в том числе скрытой. На полигоне должна быть фиксированная зона “погрузки”, которая может располагаться у одной из сторон полигона во всю его длину и иметь размер 2,5 x 0,3 метра. Также, на полигоне должны быть

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

**Инженерно-конструкторское направление.**

**Инженерно-конструкторский профиль.**

**Командный кейс №3**

**"Складской робот транспортировщик"**

---

мобильные две зоны выгрузки, в которые будут перемещаться соответственные предметы. Размеры зон должны быть 0,3х0,3х0,3 м. Зоны должны иметь характерные метки, которые определяют ее тип, для ее идентификации с помощью камеры (например - цвет, qr-код, различные рисунки, знаки и т. д.). Полигон разрабатывается участниками в соответствии с требованиями. Все необходимое для демонстрации прохождения испытаний обеспечивают участники.

Предметы, которые располагаются на полигоне в зоне “погрузки” для поиска и транспортировки должны быть весом от 20 до 300 граммов. Размеры предметов могут составлять от 5х5х5 до 10х10х10см. Предметы должны быть реализованы в форме кубиков. Участникам необходимо реализовать два вида предметов с различными метками. На предметах должны быть характерные метки, которые определяют его класс, например qr-код, метки разных цветов, различные рисунки или знаки. Участники должны реализовать минимум 2 различных вида предметов, по 2 штуки каждого класса.

Препятствия, которые располагаются на полигоне вне зон, могут быть произвольной массы, а их размеры должны быть в пределах от 20х20х20 до 50х50х50 см. Количество предметов препятствий должно составлять 5 штук. Препятствия должны быть распределены таким образом, чтобы они занимали большую часть центральной зоны полигона.

Сконструированный мобильный колесный робот с автоматической системой управления, использующий технологии компьютерного зрения, должен самостоятельно осуществлять поиск целевых предметов в зоне погрузки и безопасно перемещать их в соответствующие зоны, избегая столкновения с препятствиями. Мобильный робот должен определить класс предмета, который он нашел и захватил в зоне погрузки, а также, переместить его в необходимую зону “выгрузки”, соответствующую этому классу целевого предмета.

- Конструкция робота должна быть оригинальной. Габариты мобильного робота должны составлять: длина от 20 до 26 см, ширина от 14 до 18 см, высота от 7 до 16 см.
- Состав датчиков и необходимая аппаратная и программная комплектации робота определяются участниками с учетом излагаемых организаторами рекомендаций. Для навигации и ориентации необходимо использовать только камеру.
- Передача сигналов между компьютером и мобильным роботом должна быть реализована только по беспроводному каналу связи.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Инженерно-конструкторское направление.

### Инженерно-конструкторский профиль.

#### Командный кейс №3

#### "Складской робот транспортировщик"

---

- Мобильный робот не должен изначально знать расположение предметов в зоне “погрузки”. Его навигация и перемещение по маршруту должны быть полностью автономными. Движение робота должны быть реализованы на показаниях системы распознавания информации с камеры, но для учета препятствий разрешается использовать сторонние датчики. Оператор может только установить робота в начало координат, запустить и остановить его по завершении испытания. Запуск и остановку необходимо произвести беспроводным способом.
- Робот должен осуществлять свое движение и решать поставленную задачу в полностью автоматическом режиме.
- Необходимо разработать 3D-модель программно-аппаратного комплекса, в которой будут присутствовать следующие компоненты: модель конструкции робота, модели каркаса, корпуса мобильного робота и другие детали и компоненты.
- Необходимо разработать электрическую схему комплекса, в которой будут присутствовать все компоненты системы. Разработанная схема должна быть реализована в специальном программном обеспечении в соответствии со стандартами.
- Конструкция колесного мобильного робота должна быть качественно собрана, а функционал отлажен. Вся система должна быть надежной для многократного использования в различных испытаниях.

### 3. Порядок испытаний устройства

Работоспособность устройства проверяется в процессе **3-х испытаний**:

- 1) На полигоне в зоне “погрузки” на усмотрение участников расставляются предметы одного типа. Также, участники устанавливают мобильную зону “выгрузки”. Мобильный робот устанавливается в произвольную точку, принятую за начало координат в зоне “погрузки”. Далее, происходит запуск мобильного робота, и он осуществляет поиск предметов, их захват и перемещение в необходимую зону. Робот должен переместить все предметы из зоны “погрузки” в одну заданную зону за время не более 15 минут.
- 2) На полигоне в зоне “погрузки” на усмотрение участников расставляются предметы двух типов. Также, участники устанавливают мобильные зоны “выгрузки”. Мобильный робот устанавливается в произвольную точку на полигоне вне зоны “погрузки”. Участники произвольным образом устанавливают предметы препятствия по всему пространству полигона. Далее, происходит запуск мобильного робота, и он осуществляет поиск зоны “погрузки”, а затем предметов, их захват и перемещение в необходимую зону. Робот должен

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Инженерно-конструкторское направление.

### Инженерно-конструкторский профиль.

#### Командный кейс №3

#### "Складской робот транспортировщик"

переместить все предметы с полигона в соответствующие предметам зоны за время не более 15 минут.

- 3) В третьем испытании, на усмотрение жюри устанавливаются предметы в зоне “погрузки”, мобильные зоны “выгрузки”, мобильный робот вне зоны “погрузки”, а также, препятствия на полигоне. Мобильный робот начинает поиск зоны “погрузки” и предметов в нем, производит захват и начинает свое перемещение в зону “выгрузки” для предмета соответствующего типа, избегая при этом препятствий на своем пути. Время выполнения не более 20 минут.

#### 4. Рекомендованные материалы для выполнения.

- 1) Материалы и детали для изготовления конструкции (фанера, пластик и т.д.).
- 2) Микрокомпьютер Raspberry Pi 3B+ и Arduino.
- 3) Камера Raspberry Pi для распознавания объектов.
- 4) Моторы.
- 5) Элемент питания.
- 6) Провода монтажные.
- 7) Светодиоды для подсветки объекта при необходимости.
- 8) Для прототипирования рекомендуется использовать 3D принтер.
- 9) Плата расширения (шилд) с драйвером моторов.

#### 5. Требования к оформлению результатов решения кейсового задания

1. Документация в обязательном порядке должна включать в себя:
  - a. Титульный лист (школа, авторы, название кейса, название команды, руководитель).
  - b. Цель и задачи работы.
  - c. Описание команды, распределение ролей, функций и обязанностей каждого участника команды.
  - d. Общее описание функций разработанного решения (теоретическое описание функций, которое реализует разработанное устройство).
  - e. Описание используемых аппаратных и программных узлов, модулей, фреймворков и других инструментов.
  - f. Функциональное описание разработанного решение в виде UML-диаграмм:
    - i. Диаграмма вариантов пользовательского взаимодействия с системой (use case diagram);
    - ii. Диаграмма автомата (state machine diagram);

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Инженерно-конструкторское направление.**

**Инженерно-конструкторский профиль.**

**Командный кейс №3**

**"Складской робот транспортёрщик"**

---

- iii. Диаграмма последовательности (sequence diagram);
- iv. Диаграмма компонентов (component diagram).
- g. Описание кинематической системы разработанного устройства в виде схемы, диаграмм, подробно описывающие все аспекты кинематического движения, реализующегося во время функционирования устройства.
- h. Скриншоты разработанных 3D-моделей (как системы в целом, таким и отдельных ее частей), чертежи каждой отдельной части устройства, а также сборочный чертеж всего разработанного устройства. 3D-модели должны находиться в репозитории проекта в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.).
- i. Описание электротехнической схемы разработанного устройства в виде электрической принципиальной схемы, монтажной схемы (при наличии разработанной топологии печатной платы).
- j. Алгоритм работы разработанного программного обеспечения в виде блок-схем.
- k. Код разработанного программного обеспечения должен быть представлен в виде ссылки на репозиторий проекта с кодом в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)
- l. Фотографии разработанного устройства и его составных частей. Также располагаются в репозитории проекта в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)
- m. Видеоролик, демонстрирующий функционирование разработанного устройства в соответствии с регламентом испытаний. На видео необходимо продемонстрировать прохождение каждого, описанного в регламенте, испытания в соответствии с условиями. При необходимости испытательный полигон подготавливается самостоятельно по предложенной к условию задачи схеме (при его наличии в ТЗ). Видео испытаний готового решения должно однозначно подтверждать авторство участников (во время записи ролика необходимо четко произнести название команды, ФИО участников, номер школы, ФИО руководителя). Видеоролик располагается в репозитории в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)
- n. Заключение, результаты работы, анализ функционирования разработанного устройства, предложения по возможному улучшению устройства.
- o. Список литературных источников.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Инженерно-конструкторское направление.**  
**Инженерно-конструкторский профиль.**  
**Командный кейс №3**  
**"Складской робот транспортровщик"**

---

## **6. Процедуры (этапы) решения**

1. Анализ кейсового задания, формирование требований и ограничений к разрабатываемому устройству.
2. Анализ предметной области и инструментов для решения задачи.
3. Проектирование устройства (эскиз устройства, проектирование кинематической системы, UML-диаграммы).
4. Проектирование 3D-модели устройства, его составных частей и корпуса.
5. Проектирование электротехнической системы устройства.
6. Проектирование алгоритмов работы программного обеспечения.
7. Разработка кинематической, электротехнической систем устройства.
8. Разработка программного обеспечения.
9. Прототипирование, изготовление и сборка устройства.
10. Тестирование и отладка устройства.
11. Подготовка документации.

## **7. Требуемые знания для решения задачи**

1. Предметные (физика, информатика, математика).
2. Знание логики программирования на языках C-диалекта, Python и навык разработки программного обеспечения. Знание библиотек для компьютерного зрения и т.д.
3. Навыки работы с системами автоматизированного проектирования для 3D-моделирования и проектирования радиоэлектронных средств.
4. Навыки работы с микроконтроллерной техникой и периферийными устройствами, а также навыки монтажа электрических схем.
5. Навыки работы с системами контроля версий.
6. Навыки командной работы.
7. Навыки представления результатов работы.

## **8. Материалы для подготовки**

- Tinkercad — это бесплатное веб-приложение для 3D-проектирования, работы с электронными компонентами и написания программного кода. URL: <https://www.tinkercad.com/>
- TinkerCad создание схем и Arduino проектов. URL: <https://arduino-tex.ru/news/1/izuchaem-arduino-bez-arduino-c-pomoshchyu-tinkercad-i-ego-servisov.html>
- Моделирование на UML. URL: <http://book.uml3.ru/>

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Инженерно-конструкторское направление.

### Инженерно-конструкторский профиль.

#### Командный кейс №3

#### "Складской робот транспортировщик"

- 
- Саймон Монк Мейкерство. Arduino и Raspberry Pi. Управление движением, светом и звуком: Пер. с англ. - СПб.: БХВ-Петербург, 2017. - 336 с.: ил.
  - Саймон Монк Прографируем Arduino. Профессиональная работа со скетчами . - СПб.: Питер, 2017.
  - Обучающие уроки и проекты для Arduino, ESP, Raspberry Pi. URL:<https://lesson.iarduino.ru>
  - Raspberry GPIO. URL: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/raspberry-gpio/all>
  - Петин В. А. Микрокомпьютеры Raspberry Pi. Практическое руководство. — СПб.: БХВ-Петербург, 2015. - 240 с.: ил. - (Электроника)
  - OpenCV — библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом. URL: <https://opencv.org/>
  
  - Instructables — это веб-сайт, специализирующийся на созданных и загруженных пользователями самостоятельных проектах URL:<https://www.instructables.com>
  - Все о прототипировании. URL: <https://www.3dhubs.com/knowledge-base>
  - База знаний Амперки: инструкции и подсказки по Arduino и Raspberry Pi, оригинальные проекты, схемы распиновки модулей и datasheet'ы, теория электричества для начинающих и другая полезная информация. URL: <http://wiki.amperka.ru/>
  - T-FLEX CAD — российская система автоматизированного проектирования, объединяющая в себе параметрические возможности 2D и 3D моделирования со средствами создания и оформления чертежей и конструкторской документации в соответствии с ЕСКД и зарубежными стандартами. URL: <https://www.tflexcad.ru/download/t-flex-cad-free/>
  - Программное обеспечение для 3D-моделирования и конструирования от Autodesk. URL:<https://www.autodesk.com/education/students>
  - КОМПАС-3D – это российская система трехмерного проектирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий и сотен тысяч профессиональных пользователей. URL:<https://kompas.ru/solutions/education/>
  - Система контроля версия GitHub. URL: <https://github.com/>
  - Система контроля версия GitLab. URL: <https://about.gitlab.com/>
  - Документация по GitHub. URL: <https://docs.github.com/ru/get-started/quickstart/hello-world>
  - Towards Data Science. URL: <https://towardsdatascience.com/>
  - Все об Арудино. URL: <https://cloud.arduino.cc/>