

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Инженерно-конструкторское направление.
Инженерно-конструкторский профиль.
Командный кейс №4 "Поисковая группа роботов"

1. Формулировка задачи (условия)

Спроектируйте и реализуйте конструкцию и программное обеспечение группы мобильных колесных роботов, которая движется в колонне с целью перемещения предмета в указанную зону.

2. Требования к продукту (регламент, ТЗ)

Главной задачей является разработка группы роботов с системой управления для осуществления транспортировки предметов.

Необходимо спроектировать и реализовать конструкцию группы мобильных роботов, которые будут осуществлять автономное перемещение в колонне по полигону с целью транспортировки предмета. Группа состоит из двух роботов, ведущий осуществляет поиск зоны “выгрузки” предмета, а ведомый движется строго за ведущим для дальнейшей выгрузки предмета в зону “выгрузки” после того, как ведущий найдет необходимую зону на полигоне. После того, как ведущий нашел целевую зону “выгрузки” предмета, роботы продолжают свое движение в колонне для транспортировки предмета в указанную зону. В конструкции ведомого робота должны быть предусмотрены некие механизмы или конструкции, осуществляющие транспортировку предмета и его выгрузку по сигналу ведущего.

Для навигации ведущего робота в пространстве разрешено использовать любую аппаратную часть для реализации системы управления. Датчики и необходимая элементная база выбирается на усмотрение команды. Ведущий должен учитывать внешние препятствия на полигоне для предотвращения столкновений. Для навигации ведомого робота необходимо использовать только камеру, которая отслеживает ведущего робота во время движения. Система управления роботами должна осуществлять автономное перемещение по полигону без вмешательства оператора. Также, необходимо осуществить передачу информации между роботами, т.е. после того, как ведущий и ведомый достигли зоны “выгрузки”, ведомый должен выгрузить предмет по команде ведущего.

Полигон должен представлять собой участок (материал участка может быть любым, например – фанера, ватман, плитка, линолеум и т.д.) размером 2 x 2м, без ограничений по периметру и какой-либо нанесенной внутри разметки, в том числе скрытой. На полигоне должна присутствовать зона “выгрузки”, в которую будут перемещаться предмет. Указанная зона должна быть мобильной и располагаться у одной из стороны полигона. Размер зоны должен быть 0.3x0.3м. Зона может быть оснащена любой маркировкой или оборудованием.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Инженерно-конструкторское направление.
Инженерно-конструкторский профиль.
Командный кейс №4 "Поисковая группа роботов"

Полигон разрабатывается участниками в соответствии с требованиями. Все необходимое для демонстрации прохождения испытаний обеспечивают участники.

Предмет, который помещается в ведущего для транспортировки, должны быть весом от 20 до 300 грамм. Размер предмета могут составлять от 5х5х5 до 10х10х10см. Предмет может быть в виде кубика.

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

Сконструированная группа мобильных роботов с автономной системой управления, использующая методы группового управления, должна осуществлять самостоятельное перемещение в колонне по полигону. Ведущий движется по полигону, избегая препятствий с целью поиска зоны “выгрузки”, а ведомый всегда движется в колонне за ведущим с минимальным отклонением и отставанием. При достижении зоны “выгрузки” производится автоматическая выгрузка предмета по сигналу с ведущего робота. Ведущий робот должен строить маршрут так, чтобы и ведомый тоже избегал столкновения с препятствиями.

- 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 комплектация 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.
- Мобильный робот не должен изначально знать расположение предметов на полигоне. 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, поместить в ведомого предмет, запустить его по завершении испытания.
- Необходимо разработать 3D-модель программно-аппаратного комплекса, в которой будут присутствовать следующие компоненты: модель конструкции робота, модели каркаса и корпуса мобильного робота

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Инженерно-конструкторское направление.
Инженерно-конструкторский профиль.
Командный кейс №4 "Поисковая группа роботов"

- 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 не располагаются препятствия. Группа мобильных роботов располагается на усмотрение команды друг за другом в произвольной точке, принятой за начало координат. В ведомого помещается один предмет. Зона “выгрузки” располагается на усмотрения команды, но на расстоянии не менее 1.5 метров от ведущего робота. Далее происходит запуск мобильных роботов, и они осуществляют движение в колонне для поиска зоны “выгрузки” предмета и перемещения к ней. Когда ведущий и ведомый достигли зоны, ведомый по сигналу ведущего осуществляет выгрузку предмета в данную зону.
- 2) На полигоне устанавливаются препятствия на усмотрение команды. Группа мобильных роботов располагается на усмотрение жюри друг за другом в зоне “погрузки”. Далее, происходит запуск мобильных роботов, и они осуществляют движение в колонне для поиска зоны “выгрузки” предмета и дальнейшего перемещения в зону. По достижении зоны “выгрузки” ведомый по сигналу ведущего осуществляет выгрузку предмета в зону.
- 3) На полигоне устанавливаются препятствия на усмотрение жюри. Группа мобильных роботов располагается на усмотрение жюри в произвольной точке на полигоне друг за другом. Далее, происходит запуск мобильных роботов, и они осуществляют движение в колонне для поиска зоны “выгрузки” предмета и дальнейшего перемещения в зону. Ведущий робот должен строить маршрут так, чтобы и ведомый тоже избегал столкновения с препятствиями. По достижении зоны “выгрузки” ведомый по сигналу ведущего осуществляет выгрузку предмета в зону.

4. Рекомендованные материалы для выполнения.

- 1) Материалы и детали для изготовления конструкции (фанера, пластик и т.д.).
- 2) Микрокомпьютер Raspberry Pi и Arduino.
- 3) Камера Raspberry Pi для распознавания объектов.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Инженерно-конструкторское направление.
Инженерно-конструкторский профиль.
Командный кейс №4 "Поисковая группа роботов"

- 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 решения в виде UML-диаграмм:
 - i. Диаграмма вариантов пользовательского взаимодействия с системой (use case diagram);
 - ii. Диаграмма автомата (state machine diagram);
 - 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.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Инженерно-конструкторское направление.
Инженерно-конструкторский профиль.
Командный кейс №4 "Поисковая группа роботов"

- 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.

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.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Инженерно-конструкторское направление.
Инженерно-конструкторский профиль.
Командный кейс №4 "Поисковая группа роботов"

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/>
- Саймон Монк Мейкерство. Arduino и Raspberry Pi. Управление движением, светом и звуком: Пер. с англ. - СПб.: БХВ-Петербург, 2017. - 336 с.: ил.
- Саймон Монк Программируем 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

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Инженерно-конструкторское направление.
Инженерно-конструкторский профиль.
Командный кейс №4 "Поисковая группа роботов"

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 версий GitHub. URL: <https://github.com/>
- Система контроля версий 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 Ардуино. URL: <https://cloud.arduino.cc/>