

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”. Командный кейс №1 "Лимонадный автомат"

---

### 1. Формулировка задачи (условия)

Автоматы для продажи газированной воды и лимонада обеспечивают удобный, быстрый и круглосуточный доступ к напиткам в местах с большим потоком людей, таких как торговые центры, вокзалы и офисы. Они снижают затраты на персонал и обслуживание для владельцев, занимая минимальное пространство, и предлагают разнообразие напитков покупателям. Такие автоматы экономически выгодны, особенно в местах, где нет других источников прохладительных напитков, обеспечивая постоянный доход и удобство для пользователей

Необходимо разработать устройство, позволяющее производить смешивание жидкостей с максимальной точностью и выдавать напиток пользователю.

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

Главной задачей является разработка программно-аппаратного комплекса (ПАК), способного производить смешивание жидкостей по заданному рецепту с необходимой точностью и предоставлять возможность пользователям забрать напиток из определенной зоны.

Предлагается разработать устройство любого конструктивного исполнения, со следующими требованиями:

1. При разработке могут использоваться как готовые аппаратные модули (Arduino, Raspberry и др.), так и разработана собственная электротехническая схема (изготовление печатной платы, пайка компонентов и др.).
2. Конструкция ПАК должна быть стационарной (без использования мобильных мехатронных платформ или готовых конструкторов) и обеспечивать устойчивость на ровной поверхности при работе.
3. Разрабатываемый ПАК должен состоять из следующих подсистем:
  - a. подсистема смешивания жидкостей (ПСЖ);
  - b. подсистема приема и выдачи заказов (ППВЗ).
4. ПАК должен иметь возможность смешивания жидкостей для выполнения заказов по 6 рецептам:
  - a. Газированная вода (50 мл.)
  - b. Мятный сироп (10 мл.)
  - c. Апельсиновый сок (40 мл.)
  - d. Лимонад “Мятный” (80 мл. газированной воды + 20 мл. мятного сиропа).
  - e. Лимонад “Заводной апельсин” (30 мл. газированной воды + 50 мл. апельсинового сока).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.  
Командный кейс №1 “Лимонадный автомат”**

- f. Лимонад “Тройной” (35 мл. газированной воды + 45 мл. апельсинового сока + 10 мл. мятного сиропа)
5. Подсистема ПСЖ должна представлять из себя комплексную конструкцию из трех секций: зоны установки емкостей с жидкостями, диспенсер для смешивания жидкостей и наливания жидкости в мерные стакан, зона размещения мерных стаканов. К подсистеме ПСЖ предъявляются следующие требования:
- Зона установки емкостей с жидкостями должна предоставлять возможность установки как минимум трех емкостей объем не менее 1 литра.
  - В качестве жидкостей для смешивания должны быть использованы три жидкости: газированная вода (прозрачного цвета), мятный сироп (зеленого цвета), апельсиновый сок (желтого цвета). Использование других жидкостей запрещается.
  - Емкости с жидкостями должны быть расположены в зоне установки емкостей строго вертикально, отверстием вниз (см. рисунок 1).
  - Емкости должны иметь только одно отверстие (снизу) и были полностью герметичными (жидкость не должны выливаться из емкости после ее расположения в зоне установки). Жидкость может быть транспортирована только в диспенсер для смешивания жидкостей.



Рисунок 1. Расположение емкостей с жидкостями (слева) и образец мерного стакана (справа).

- Емкости с жидкостями должны быть зафиксированы в зоне установки любым конструктивным способом. При этом должна обеспечиваться возможность замены емкости на другую.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.**

**Командный кейс №1 "Лимонадный автомат"**

---

- f. Диспенсер должен предоставлять возможность смешивания жидкостей и наливания их в мерные стаканы. Также система должна предоставлять возможность наливания каждой жидкости по отдельности.
- g. В качестве мерных стаканов должны использоваться строго мерные стаканы объемом 100 миллилитров (см. рисунок 1). Запрещено использование мерных стаканов собственного производства.
- h. Минимальное количество мерных стаканов, которые могут быть расположены в зоне размещения мерных стаканов – 4.
- i. Диспенсер должен быть автоматизирован и предоставлять возможность наливания жидкостей во все мерные стаканы, которые в данный момент находятся в зоне размещения мерных стаканов. Диспенсер должен иметь возможность кинематического движения для позиционирования относительно конкретного мерного стакана.
- j. Наливание каждой отдельной жидкости должно происходить поочередно, одновременно наполнение мерного стакана несколькими жидкостями должно быть исключено.
- k. В момент работы диспенсера зона размещения мерных стаканов должна быть стационарной (стаканы не должны перемещаться).
- l. Зона размещения мерных стаканов должна иметь возможность определения наличия мерных стаканов на своих позициях. Данное условие может быть реализовано в любом конструктивном исполнении (датчики веса, фотоэлементы, механические подсистемы и т.п.).
- m. В случае, если в момент работы диспенсера мерный стакан перемещается из зоны расположения мерных стаканов, работа диспенсера должна быть остановлена. Работ диспенсера может быть возобновлена только после повторного появления мерного стакана в зоне расположения мерных стаканов.
- n. Жидкости должны попадать только в мерные стаканы, пролитие жидкостей должно быть исключено.
- o. На рисунке 3 можно увидеть пример расположения подсистем ПАК (конструкция ПАК может отличаться от данного примера).

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика "Инженерия". Командный кейс №1 "Лимонадный автомат"

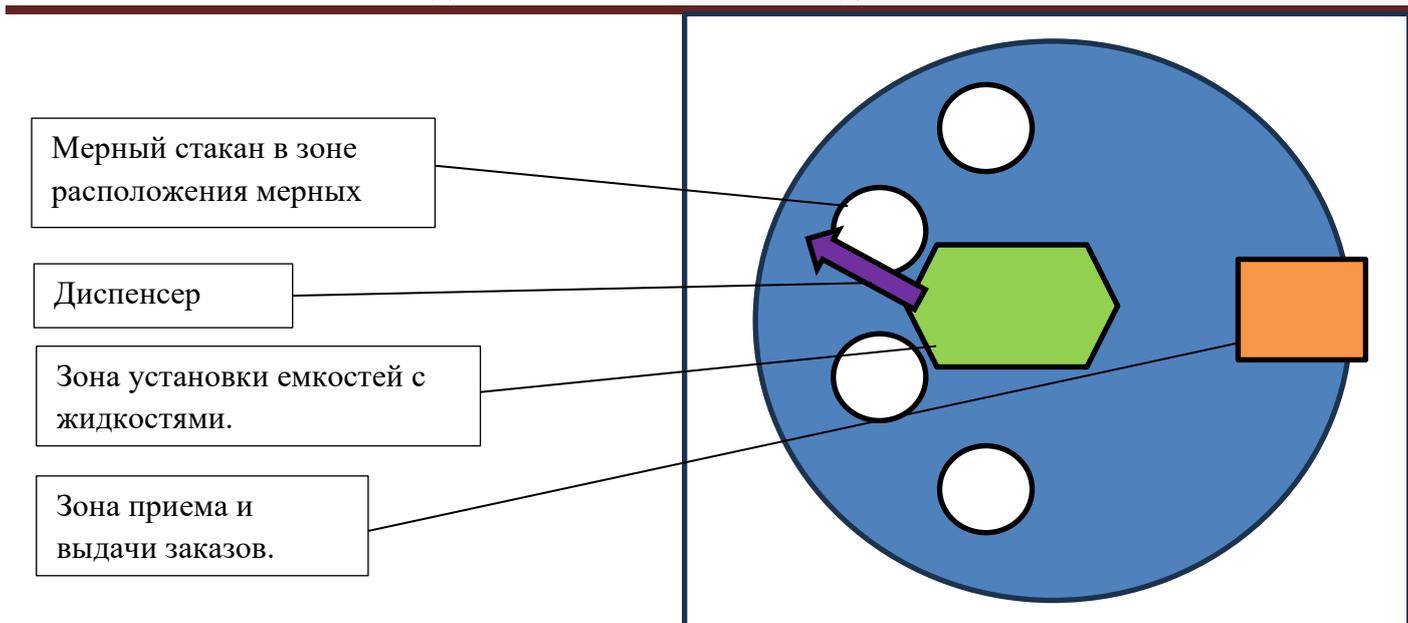


Рисунок 2. Пример расположения подсистем ПАК

б. К подсистеме ППВЗ предъявляются следующие требования:

- а. Подсистема может быть реализована в любом конструктивном исполнении в соответствии с общими ограничениями к устройству.
- б. Подсистема должна обеспечивать возможность приема заказа на смешивание жидкостей в соответствии с 6 рецептами, описанными выше.
- в. Заказ должен состоять минимум из 1 напитка и максимум из 4 напитков.
- г. Процедура добавления напитков в заказ может быть реализована любым способом (мобильное приложение, кнопочный ввод и т.п.), но исключается подключение ПАК непосредственно к персональному компьютеру.
- д. После окончания формирования заказа пользователем ПАК должен получить от пользователя команду о выполнении заказа. Команда может быть передана любым способом (голосовая команда, нажатие кнопки и т.п.), но исключается подключение ПАК непосредственно к персональному компьютеру.
- е. После получения ПАК команды от пользователя на выполнение заказа ППВЗ передает команду в ПСЖ о необходимости старта процедуры смешивания напитков.
- ж. После окончания ПСЖ и процедуры смешивания напитков, мерные стаканы должны быть последовательно перемещены в зону приема и выдачи заказов. Каждый следующий мерный стакан должен попадать в зону приема и выдачи заказов только после того, как предыдущий мерный стакан был изъят из зоны.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

### Командный кейс №1 "Лимонадный автомат"

---

- h. Конструкция ПАК должна подразумевать возможность изъятия только 1 мерного стакана из зоны приема и выдачи заказов одновременно (изъятие нескольких мерных стаканов одновременно должно быть исключено).
  - i. Перемещение мерных стаканов из зоны их расположения в зону приема и выдачи заказов должно происходить в автоматизированном режиме. Кинематическая модель перемещения мерных стаканов может быть реализована в любом конструктивном исполнении. Ручное перемещение мерных стаканов из зоны из расположения в зону выдачи должно быть исключено.
  - j. После того, как все мерные стаканы из заказа были изъятые из зоны приема и выдачи заказов, ПАК должен вернуться в состояние ожидания нового заказа.
  - k. Очередность выдачи мерных стаканов должна соответствовать порядку напитков в сформированном заказе (если в заказе на первом месте стоит “Мятный сироп”, первый мерный стакан на выдаче должен содержать именно этот напиток).
7. Погрешность в соблюдении рецепта по смешиванию жидкостей (объем каждой смешиваемой жидкости) и окончательном объеме напитка должен составлять не более  $\pm 1$  мл.
8. Предполагается, что разработанный ПАК должен работать в автоматическом режиме после подачи сигнала о начале работы. Сигнал о начале работы ПАК может подаваться любым способом (кнопочный ввод, голосовая команда, и т. п.). Дополнительно должна быть предусмотрена возможность аварийной остановки работы ПАК в ручном режиме (может быть реализована любым способом кроме ручного отключения питания).
9. Каждая подсистема ПАК должна иметь возможность тестирования для оценки результатов работы данной подсистемы вне полного цикла работа ПАК. Участникам необходимо предусмотреть возможность демонстрации работы каждой подсистемы в отдельности (без реализации связи с другими подсистемами).
10. Специальных требований к питанию ПАК и его подсистем не предъявляется.
11. Размер ПАК не должен превышать 1,5 метра по длине, ширине и высоте.
12. Исключается подключение ПАК или его подсистем к персональному компьютеру, ПАК должен работать полностью автономно (пользователь может осуществлять только включение и выключение ПАК, ручную загрузку и выгрузку мерных стаканов в зоне расположения мерных стаканов, а также аварийную остановку).

### 3. Порядок испытаний устройства

Весь порядок испытаний от подготовки к испытаниям до завершения последнего этапа должен быть записан на видео одним дублем без склейки и монтажа. В течение всего видео в кадре должны быть

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”. Командный кейс №1 "Лимонадный автомат"

разработанные командой устройства и как минимум один из участников команды, выполняющий все операции с устройствами. Вход и выход участников, передача инструмента, деталей и других вещей из кадра недопустимо. Допускается использование второй камеры для более детализированной демонстрации ключевых моментов. Видео должно быть со звуком и комментариями участников команды относительно проведения испытаний. На видеозаписи должно быть хорошо различимы все элементы, влияющие на оценивание результативности: размер устройства/устройств, инициализация устройства/устройств, результат действий устройства/устройств согласно испытаниям.

Результат работы диспенсера (объем налитой жидкости) должен быть снят с очень близкого расстояния для максимально точной оценки погрешности работы диспенсера.

В случае, если эксперты не смогут по видеозаписи однозначно понять результат выполнения задания, принимается решение не в пользу участника.

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

- В случае если испытание не может быть полностью пройдено разработанным ПАК, участникам необходимо продемонстрировать частичное выполнение данного испытания. На видео они в явном виде поясняют, какой функционал ПАК в рамках испытаний реализован, а какие функциональные возможности отсутствуют.
- При первом испытании производится тестирование работоспособности каждой отдельной подсистемы разработанного ПАК:
  - На видео участники команды произносят фразу: “Первое испытание”.
  - Производится включение ПАК.
  - В ППВЗ участники формируют заказ из 4 напитков: “Газированная вода”, “Апельсиновый сок”, “Мятный сироп”, “Газированная вода”. Затем отправляют команду о выполнении заказа.
  - В ПСЖ производится процесс выполнения заказа (заполнение мерных стаканов). Участники крупным планом фиксируют данный процесс на видео.
  - После окончания процесса заполнения мерных стаканов они автоматически поочередно перемещаются в зону выдачи.
  - Участники команды демонстрируют наличие первого мерного стакана в зоне приема и выдачи заказов. Крупным планом демонстрируют на видео объем жидкости в первом мерном стакане.
- Испытание №2:
  - На видео участники команды произносят фразу: “Второе испытание”.
  - Производится включение ПАК.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

### Командный кейс №1 "Лимонадный автомат"

---

- В ППВЗ участники формируют заказ из 1 напитка: Лимонад “Мятный”. Затем отправляют команду о выполнении заказа.
- В ПСЖ производится процесс выполнения заказа (заполнение мерных стаканов). Участники крупным планом фиксируют данный процесс на видео.
- Во время наполнения мерного стакана газированной водой (80 мл.) участники команды должны изъять его из зоны расположения мерных стаканов ручным способом. Процесс изъятия мерного стакана должен занимать не более 1 секунды. ПСЖ должно остановить свою работу, работа диспенсера должна быть остановлена.
- Участники демонстрируют крупным планом отсутствие проливания жидкости.
- Затем участники ручным способом возвращают мерный стакан на изначальное место. ПСЖ продолжает свою работу. Участники крупным планом фиксируют, что рецепт напитка соблюдается (налито 80 мл. газированной воды + 20 мл. мятного сиропа).
- После окончания процесса заполнения мерных стаканов они автоматически поочередно перемещаются в зону выдачи.
- Участники команды демонстрируют наличие мерного стакана с напитком в зоне приема и выдачи заказов. Крупным планом демонстрируют на видео объем жидкости в первом мерном стакане.
- Мерный стакан изымается участниками из зоны приема и выдачи заказов.
- ПАК возвращается в свое изначальное состояние и ожидает нового заказа. Данный процесс также фиксируется на видео.
- Испытание №3:
  - На видео участники команды произносят фразу: “Третье испытание”.
  - Производится включение ПАК.
  - В ППВЗ участники формируют заказ из 2 напитков: Лимонад “Заводной апельсин”и “Газированная вода”. Затем отправляют команду о выполнении заказа.
  - В ПСЖ производится процесс выполнения заказа (заполнение мерных стаканов). Участники крупным планом фиксируют, что рецепты напитков соблюдаются (Лимонад “Заводной апельсин” (30 мл. газированной воды + 50 мл. апельсинового сока), Газированная вода (50 мл.)).
  - После окончания процесса заполнения мерных стаканов они автоматически поочередно перемещаются в зону выдачи.
  - Участники команды поочередно изымаются из зоны приема и выдачи заказов мерные стаканы с напитками и демонстрируют их на видео.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

### Командный кейс №1 "Лимонадный автомат"

---

- ПАК возвращается в свое изначальное состояние и ожидает нового заказа. Данный процесс также фиксируется на видео.
- Участники в ППВЗ формируют новый заказ из 4-х напитков: Лимонад “Тройной”, Мятный сироп, Мятный сироп, Мятный сироп.
- В ПСЖ производится процесс выполнения заказа (заполнение мерных стаканов). Участники крупным планом фиксируют, что рецепты напитков соблюдаются.
- После окончания процесса заполнения мерных стаканов они автоматически поочередно перемещаются в зону выдачи.
- Участники команды поочередно изымаются из зоны приема и выдачи заказов мерные стаканы с напитками и демонстрируют их на видео. Отдельно участники сравнивают на видео три мерных стакана, содержащих “Мятный сироп” и объем жидкости в этих трех мерных стаканах.
- ПАК возвращается в свое изначальное состояние и ожидает нового заказа. Данный процесс также фиксируется на видео.
- Производится выключение ПАК.

#### 4. Рекомендованные материалы для выполнения.

Микроконтроллеры (Arduino, Raspberry и пр.), модули для обеспечения беспроводной передачи данных, любые сенсоры и актуаторы, резисторы, конденсаторы, батарейки, серводвигатели, монтажная плата (breadboard), микрофон для реализации голосового ввода, коннекторы, маленькая монтажная плата для распайки, болты, леска, нить, веревка, конструкционные материалы и заготовки для изготовления деталей (фанера, оргстекло, опорные стенки, кронштейны, фланцы, направляющие и пр.), плата расширения (шилд) с драйвером моторов. Для прототипирования рекомендуется использовать 3D принтер.

#### 5. Требования к результатам решения кейсового задания

Документация в обязательном порядке должна включать в себя:

- а. Титульный лист (школа, авторы, название кейса, название команды, руководитель).
- б. Цель и задачи работы.
- в. Описание команды, распределение ролей, функций и обязанностей каждого участника команды.
- г. Общее описание функций разработанного решения (теоретическое описание функций, которое реализует разработанное устройство).

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

### Командный кейс №1 "Лимонадный автомат"

---

- 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)
  - iii. Диаграмма последовательности (sequence diagram)
  - iv. Диаграмма компонентов (component diagram)
- g. Описание кинематической системы должно включать общее описание и состав элементов, их взаимодействие и последовательность работы, указание основных параметров и характеристик, а также описание типов и направлений движения. Взаимодействие между элементами следует описать с акцентом на передачу движения и функций каждого компонента. Кинематическая схема должна визуальнo представить все элементы и их связи, включая направления движений, обеспечивая наглядное понимание работы системы через схемы или чертежи с четкими подписями и обозначениями.
- h. Разработанные 3D-модели в форматах .obj, .stl или .step, скриншоты разработанных 3D-моделей (как системы в целом, таким и отдельный 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 изображений электрической принципиальной схемы, монтажной схемы, топологии собственной разработанной 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.). Любые архивы с загруженными исходными кодам (.zip, .rar и т.п.) загружать в другие хранилища данных запрещается.
- l. Фотографии разработанного устройства и его составных частей. Также располагается 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

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

### Командный кейс №1 "Лимонадный автомат"

прохождение каждого, описанного в регламенте, испытаний 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 на стороннем видеохостинге (ВКонтакте, Rutube и др.), ссылка на видеоролик располагается в репозитории в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.). Весь порядок испытаний от подготовки к испытаниям до завершения последнего этапа должен быть записан на видео одним дублем без склейки и монтажа. В течение всего видео в кадре должны быть разработанные командой устройства и как минимум один из участников команды, выполняющий все операции с устройствами. Вход и выход участников, передача инструмента, деталей и других вещей из кадра недопустимо. Допускается использование второй камеры для более детализированной демонстрации ключевых моментов. Видео должно быть со звуком и комментариями участников команды относительно проведения испытаний. На видеозаписи должно быть хорошо различимы все элементы, влияющие на оценивание результативности: размер устройства/устройств, инициализация устройства/устройств, результат действий устройства/устройств согласно испытаниям. В случае, если эксперты не смогут по видеозаписи однозначно понять результат выполнения задания, принимается решение не в пользу участника.

- п. Заключение, результаты работы, анализ функционирования разработанного устройства, предложения по возможному улучшению устройства.
- о. Список литературных источников.

## 6. Требования к оформлению документации

Отчет о результатах решения кейсового задания должен быть представлен в виде документа в формате .pdf. Запрещается представление отчета и документации в виде ссылки на удаленное хранилище (Яндекс.Диск, Google Drive, github и т.п.).

К оформлению документации предъявляются следующие требования:

1. Поля документа: Левое – 3,0 см., правое – 1,5 см., верхнее и нижнее – 2,0 см.
2. Основной текст:
  - а. Шрифт - Times New Roman, 14 пт. одинаковый по всему тексту, цвет - черный.
  - б. Выравнивание - по ширине.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.  
Командный кейс №1 "Лимонадный автомат"**

---

- c. Межстрочный интервал - 1.5.
  - d. Абзацный отступ - 1.25 см.
  - e. Отступы слева/справа - 0 см.
  - f. Интервал перед/после абзаца – 0 см.
  - g. Полужирный шрифт не используют (используют только для заголовков разделов и подразделов, заголовков структурных элементов).
  - h. Курсивный шрифт не применяют, за исключением обозначения объектов, написания терминов и иных объектов и терминов на латыни.
3. Нумерация страниц:
- a. Страницы документации нумеруются арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту.
  - b. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки.
  - c. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц, но номер на нем не проставляют.
4. Заголовки:
- a. Шрифт - Times New Roman, полужирный шрифт.
  - b. Не более 3-х уровней заголовков.
  - c. Абзацный отступ - 1.25 см.
  - d. Отступы слева/справа - 0 см.
  - e. Выравнивание – по ширине.
  - f. Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая.
5. Таблицы:
- a. Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Таблицы применяют для наглядности и удобства сравнения показателей.
  - b. Таблицы должны иметь названия и порядковую нумерацию. Нумерация таблиц должна быть сквозной для всего текста отчета.
  - c. В тексте работы должны быть обязательно ссылки на таблицы. При ссылке следует печатать слово "таблица" с указанием ее номера, например, в таблице 1 сравниваются.... Не допускается сокращение - Табл.5.
  - d. Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.
  - e. Наименование следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в следующем формате: Таблица Номер таблицы

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”. Командный кейс №1 "Лимонадный автомат"

---

- f. Наименование таблицы. Наименование таблицы приводят с прописной буквы без точки в конце.
  - g. Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте отчета.
6. Изображения:
- a. Изображения (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в отчете непосредственно после текста отчета, где они упоминаются впервые, или на следующей странице (по возможности ближе к соответствующим частям текста отчета).
  - b. Изображения должны иметь названия и порядковую нумерацию. Нумерация рисунков должна быть сквозной для всего текста отчета. Наименование рисунка приводят с прописной буквы без точки в конце.
  - c. В тексте работы должны быть обязательно ссылки на рисунки (например, рис. 3). При ссылке необходимо писать слово "рисунок" и его номер, например: "в соответствии с рисунком 2" и т.д. Не допускается сокращение типа Рис.5.
  - d. Порядковый номер рисунка и его название помещают под рисунком после пояснительных данных, посередине строки.
  - e. При построении графиков по осям координат вводятся соответствующие показатели, буквенные обозначения которых выносятся на концы координатных осей, фиксируемые стрелками. При необходимости вдоль координатных осей делаются поясняющие надписи.
7. Перечисления:
- a. Перечисления формируются при помощи списков с использованием маркеров, букв или арабских цифр.
  - b. Простые перечисления отделяются запятой, сложные – точкой с запятой.
  - c. Перечисления приводятся с абзацного отступа 1,25 пт., без отступов слева и выступов справа в столбик.
8. Список использованных источников:
- a. Список использованных источников должен включать библиографические записи на документы, использованные при составлении отчета.
  - b. Сведения об использованных источниках необходимо располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте отчета.
  - c. Нумерация источников арабскими цифрами с точкой.
  - d. Наличие абзацного отступа у записей источников.
  - e. Каждая библиографическая ссылка заканчивается точкой.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

### Командный кейс №1 "Лимонадный автомат"

---

f. Ссылки на источники оформляют арабскими цифрами в квадратных скобках [1], [2]-[5] в тексте отчета.

#### 9. Приложения:

- a. В приложения рекомендуется включать материалы, дополняющие текст отчета, если они не могут быть включены в основную часть.
- b. Приложения могут включать: графический материал, таблицы, расчеты, описания алгоритмов и программ.
- c. В тексте отчета на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте отчета.
- d. Каждое приложение следует размещать с новой страницы с указанием в центре верхней части страницы слова ПРИЛОЖЕНИЕ.
- e. Приложение должно иметь заголовок, который записывают с прописной буквы, полужирным шрифтом, отдельной строкой по центру без точки в конце.
- f. Все приложения должны быть перечислены в содержании отчета с указанием их обозначений, статуса и наименования.
- g. Таблицы, рисунки и формулы каждого приложения обозначаются отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

#### 10. К оформлению структуры репозитория (github, gitlab) предъявляются следующие требования:

- Наличие папки “Программный код”. Код разработанного программного обеспечения располагается в этой и только этой папке. Блок-схема алгоритма разработанного ПО в данной папке не располагаются.
- Наличие папки “3D-модели”. Разработанные 3D-модели в форматах .obj, .stl или .step располагаются в этой и только в этой папке. Чертежи в данной папке не располагаются.
- Наличие папки “Видеоролик”. В этой папке располагается ссылка на видеоролик, расположенный на стороннем видеохостинге, демонстрирующий функционирование разработанного устройства в соответствии с регламентом испытаний.
- Остальные элементы результатов выполнения кейсового задания располагаются непосредственно в отчетной документации в соответствии с требованиями из разделов 6 и 7.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.**

**Командный кейс №1 "Лимонадный автомат"**

---

**7. 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.

**8. Требуемые знания для решения задачи**

1. Предметные (физика, информатика, математика).
2. Знание логики программирования на языках C-диалекта и навык разработки программного обеспечения.
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 командой работы.
7. Навыки представления результатов работы.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”. Командный кейс №1 "Лимонадный автомат"

---

### 9. 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 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>

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

### Командный кейс №2 "Поиск и доставка"

---

#### 1. Формулировка задачи (условия)

Спроектируйте и реализуйте конструкцию и алгоритм работы роботизированного мобильного устройства, способного перемещаться по модульной трассе, распознавать, захватывать и перемещать объекты. Робот должен иметь захват для фиксации и перемещения объектов. Объекты для перемещения имеют одинаковую форму - цилиндр, но различаются по цвету. Объекты на трассе могут быть трех цветов, красные - необходимо объезжать не касаясь, синие – переставить с траектории при помощи захвата, зеленый – захватить и доставить на точку старта.

Задача - построить робототехническую платформу, способную перемещаться по трассе, распознавать объекты, захватывать и перемещать их.

Для задачи необходимо подготовить модульную трассу и набор объектов разных цветов. Допустимые размеры и масса приведены в таблице далее. Материал для изготовления на усмотрение участников.

В процессе демонстрации задания оцениваются следующие функции робота:

- Возможность робота автономно перемещаться по трассе;
- Реализация и работоспособность устройства для обнаружения, распознавания и взаимодействия с объектами;
- Способность робота преодолевать трассу;
- Способность робота доехать из точки старта до финиша, возможность захвата и доставки объекта на точку старта;
- Взаимодействие с объектами одновременно с доставкой объекта;

Условия задачи не накладывают ограничение на кинематическую схему подвижной части и приспособления для перемещения объектов, а также их размер. При оценке учитывается результативность распознавания объектов, число секций трассы, преодоленных роботом, взаимодействие робота с объектами, способ движения робота (автономный или на дистанционном управлении).

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

Для обеспечения процесса, симулирующего логистическую задачу, необходим стенд. Стенд состоит из:

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

### Командный кейс №2 "Поиск и доставка"

- 1) Секции трассы. Секции изображены и нанесены на поверхность модулей-«плиток» 300х300мм и могут быть размещены на стенде в различных комбинациях. Макет трассы может быть ограничен зафиксированными стенками или бортиками. Размеры секций-модулей могут быть изменены участниками, однако, при этом, они должны соответствовать схеме стенда и быть согласованными с размерами робота для перемещения по ним.
- 2) Места для старта робота. Участники могут оборудовать площадку старта любым образом, обеспечивающим ориентацию робота – ИК излучатели, RFID метки, QR коды, дополнительная контрастная разметка и т.д.
- 3) Место финиша/погрузки – области для захвата «груза» роботом. Участники могут дополнительно оборудовать площадку любым образом, обеспечивающим ориентацию робота – ИК излучатели, RFID метки, QR коды, дополнительная контрастная разметка и т.д.
- 4) Основание полигона (не рекомендуется делать больше 1.5х1.5 метра), на котором крепятся все компоненты лабиринта. Однако, при обеспечении надежного соединения секций лабиринта с возможностью изменения конфигурации – можно собрать лабиринт из модулей на полу или на столе.
- 5) Объекты – набор предметов, предназначенный для взаимодействия с роботом. Количество указано в таблице 1, размеры и материал для изготовления на усмотрение участников. Задача участников обеспечить распознавание и взаимодействие робота с объектами в автономном режиме. Размеры, форма и материал всех объектов должны быть идентичны. Допускаются различия в цвете объекта, при необходимости, объект может быть дополнен дополнительными техническими средствами, - QR-код, RFID метка и т.д. Размеры цилиндра задаются следующим соотношением – высота (h) равна 3d, где (d) это диаметр цилиндра.

	Тип	Количество.
1	«Красные»	3 шт.
2	«Синие»	3 шт.
3	«Зеленый»	1 шт.

Таблица 1. Параметры объектов.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Продуктовый сектор. Практика «Инженерия».

Командный кейс №2 "Поиск и доставка"

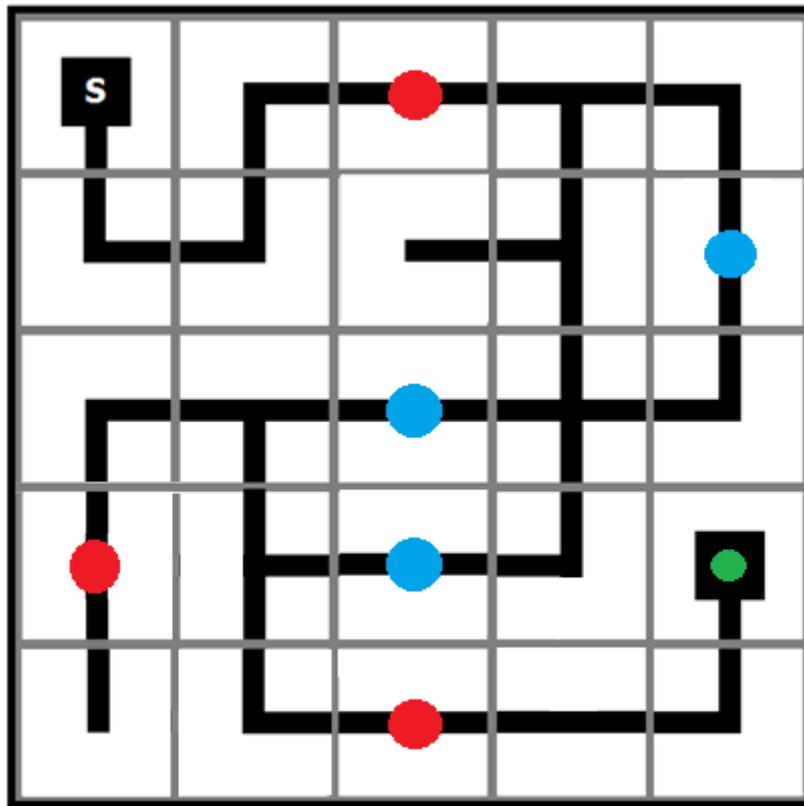


Рис. 2. Пример сборки модульного лабиринта. На схеме обозначены красными и синими кругами – примеры секций для размещения объектов для взаимодействия, «S» - секция типа «Площадка», оборудованная как зона старта, «Площадка» с зеленым кругом – «Финиш» с объектом для перевозки.

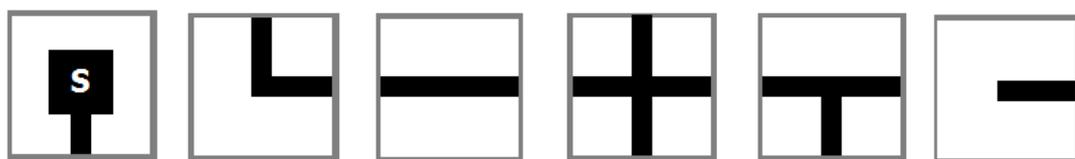


Рис. 3. Виды секций лабиринта и их количество для формирования произвольных лабиринтов. «Площадка» - 2 шт, «Поворот» - 10шт, «Прямая» - 8шт, «Перекресток - X» - 3шт, «Перекресток - T» - 6шт, «Тупик» - 2шт.

Модули трассы можно изготовить из бумаги, картона, рекомендуется изготовить из фанеры.

Предлагается выбирать наиболее доступные материалы с учетом возможной настройки робота. Для демонстрации работы автономных роботов трасса выполнена в виде темных линий на светлом фоне.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

### Командный кейс №2 "Поиск и доставка"

---

#### 3. Порядок испытаний устройства

1. Перед началом испытаний робота, участники собирают трассу в соответствии со схемой.
2. Робот выставляется на площадку «старт». Отправляется команда на запуск, после чего робот начинает работу. После начала работы нельзя вмешиваться в процесс работы, добавлять грузы, двигать секции трассы или робота. Запрещается производить любые изменения кода после начала испытаний. Процесс испытаний снимается «одним кадром» без монтажа. Перед началом испытаний в кадре крупно и со всех сторон демонстрируется робот. Особое внимание следует уделить схеме подключения электронных компонентов, датчикам и модулям. Участники рассказывают об устройстве конструкции и основных компонентах, а также алгоритме решения выполнения программы.
3. После начала работы робот перемещается по трассе на площадку погрузки (Финиш). Задача робота, - продемонстрировать преодоление всех видов препятствий и видов секций трассы, забрать груз (Зеленый объект) и отвезти его на площадку «Старт». Задача считается полностью выполненной, если робот проехал все варианты препятствий, груз был захвачен роботом, после чего робот доехал на площадку «Финиш» доставив груз.
4. Следует продемонстрировать преодоление препятствий с грузом и без груза. Максимальный бал получает демонстрация полного функционала робота в автономном режиме в процессе выполнения задания. Допускается установка робота перед препятствием, запуск робота для проезда, демонстрируется аналогичная процедура с демонстрацией размещения груза в работе. Для подтверждения – «одним кадром» необходимо продемонстрировать захват роботом груза, запуск процедуры возврата к «старту» и проезд препятствия требующего перемещения объекта с траектории (Синий объект).
5. После завершения работы робот должен вернуться на точку «Финиш» и остановиться. Доставленными считается груз, в пределах черного поля на площадке «Финиш», отдельно от робота. Максимальный бал присуждается за груз, установленный в том же положении, что и на площадке «Старт»
6. Выпавший из робота груз, на любой секции трассы до площадки «Финиш», не считается доставленным.
7. Оценивание производится визуальным контролем движения робота в процессе испытания. В процессе испытания робота должно быть постоянно видно в кадре.
8. Пройденным считается препятствие в случае, если робот проехал его с учетом выполнения условия задачи и видеозаписи, позволяющей визуально проконтролировать процесс. В случае падения препятствия или касания (для красного объекта), препятствие не зачитывается.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

### Командный кейс №2 "Поиск и доставка"

9. Если робот упал допускается его поднятие, выпавший груз укладывать в робота нельзя. За поднятие начисляются штрафные очки.
10. На выполнения задачи отводится не более 10 минут. До истечения времени робот должен вернуться в точку «Финиш».
11. Существует два варианта реализации движения робота:

Вариант 1 – робот движется автономно и выполняет задачу по доставке грузов в автоматическом режиме. Для навигации используется система технического зрения, дополнительные датчики, и т.д., на усмотрение команды участников. Оператор запускает его при помощи кнопки на роботе или подачей питания.

Вариант 2 – робот управляется оператором удаленно при помощи пульта или приложения на телефоне или компьютере. При этом оператор не должен видеть полигон и робота, ориентируясь по видео трансляцию с камеры, установленной на роботе.

Примечание, - по регламенту оценки проектов, роботы, выполняющие задачу автономно, получают более высокую оценку за реализацию программного кода и функционал.

#### **4. Рекомендованные материалы для выполнения.**

Микроконтроллеры (Arduino, Raspberry и пр.), модули для обеспечения беспроводной передачи данных, резисторы, конденсаторы, батарейки, серводвигатели, монтажная плата (breadboard), коннекторы, маленькая монтажная плата для распайки, болты, конструкционные материалы и заготовки для изготовления деталей (фанера, оргстекло, опорные стенки, кронштейны, фланцы, направляющие и пр.), плата расширения (шилд) с драйвером моторов, ИК датчики линии, камеры для распознавания траектории и т.д. Для прототипирования рекомендуется использовать 3D принтер.

#### **5. Требования к результатам решения кейсового задания**

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.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

### Командный кейс №2 "Поиск и доставка"

---

- 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 описывавшие все аспекты кинематического движения, реализующегося во время функционирования устройства.
- h. Разработанные 3D-модели в форматах .obj, .stl или .step, скриншоты разработанных 3D-моделей (как системы в целом, таким и отдельный 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 изображений электрической принципиальной схемы, монтажной схемы, топологии собственной разработанной 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.). Любые архивы с загруженными исходными кодам (.zip, .rar и т.п.) загружать в другие хранилища данных запрещается.
- l. Фотографии разработанного устройства и его составных частей, также располагается 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, испытаний в соответствии с условиями. При необходимости испытательный полигон подготавливается самостоятельно по предложенной к условию задачи схеме (при его наличии в ТЗ). Видео

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

### Командный кейс №2 "Поиск и доставка"

---

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 на стороннем видеохостинге (ВКонтакте, Rutube и др.), ссылка на 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. Требования к оформлению документации

Отчет о результатах решения кейсового задания должен быть представлен в виде документа в формате .pdf. Запрещается представление отчета и документации в виде ссылки на удаленное хранилище (Яндекс.Диск, Google Drive, github и т.п.).

К оформлению документации предъявляются следующие требования:

1. Поля документа: Левое – 3,0 см., правое – 1,5 см., верхнее и нижнее – 2,0 см.
2. Основной текст:
  - a. Шрифт - Times New Roman, 14 пт. одинаковый по всему тексту, цвет - черный.
  - b. Выравнивание - по ширине.
  - c. Межстрочный интервал - 1.5.
  - d. Абзацный отступ - 1.25 см.
  - e. Отступы слева/справа - 0 см.
  - f. Интервал перед/после абзаца – 0 см.
  - g. Полужирный шрифт не используют (используют только для заголовков разделов и подразделов, заголовков структурных элементов).
  - h. Курсивный шрифт не применяют, за исключением обозначения объектов, написания терминов и иных объектов и терминов на латыни.
3. Нумерация страниц:
  - a. Страницы документации нумеруются арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту.
  - b. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки.
  - c. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц, но номер на нем не проставляют.
4. Заголовки:

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика "Инженерия".

### Командный кейс №2 "Поиск и доставка"

---

- a. Шрифт - Times New Roman, полужирный шрифт.
- b. Не более 3-х уровней заголовков.
- c. Абзацный отступ - 1.25 см.
- d. Отступы слева/справа - 0 см.
- e. Выравнивание – по ширине.
- f. Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая.

#### 5. Таблицы:

- a. Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Таблицы применяют для наглядности и удобства сравнения показателей.
- b. Таблицы должны иметь названия и порядковую нумерацию. Нумерация таблиц должна быть сквозной для всего текста отчета.
- c. В тексте работы должны быть обязательно ссылки на таблицы. При ссылке следует печатать слово "таблица" с указанием ее номера, например, в таблице 1 сравниваются.... Не допускается сокращение - Табл.5.
- d. Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.
- e. Наименование следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в следующем формате: Таблица Номер таблицы
- f. Наименование таблицы. Наименование таблицы приводят с прописной буквы без точки в конце.
- g. Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте отчета.

#### 6. Изображения:

- a. Изображения (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в отчете непосредственно после текста отчета, где они упоминаются впервые, или на следующей странице (по возможности ближе к соответствующим частям текста отчета).
- b. Изображения должны иметь названия и порядковую нумерацию. Нумерация рисунков должна быть сквозной для всего текста отчета. Наименование рисунка приводят с прописной буквы без точки в конце.
- c. В тексте работы должны быть обязательно ссылки на рисунки (например, рис. 3). При ссылке необходимо писать слово "рисунок" и его номер, например: "в соответствии с рисунком 2" и т.д. Не допускается сокращение типа Рис.5.
- d. Порядковый номер рисунка и его название помещают под рисунком после пояснительных данных, посередине строки.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

### Командный кейс №2 "Поиск и доставка"

---

- e. При построении графиков по осям координат вводятся соответствующие показатели, буквенные обозначения которых выносятся на концы координатных осей, фиксируемые стрелками. При необходимости вдоль координатных осей делаются поясняющие надписи.

#### 7. Перечисления:

- a. Перечисления формируются при помощи списков с использованием маркеров, букв или арабских цифр.
- b. Простые перечисления отделяются запятой, сложные – точкой с запятой.
- c. Перечисления приводятся с абзацного отступа 1,25 пт., без отступов слева и выступов справа в столбик.

#### 8. Список использованных источников:

- a. Список использованных источников должен включать библиографические записи на документы, использованные при составлении отчета.
- b. Сведения об использованных источниках необходимо располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте отчета.
- c. Нумерация источников арабскими цифрами с точкой.
- d. Наличие абзацного отступа у записей источников.
- e. Каждая библиографическая ссылка заканчивается точкой.
- f. Ссылки на источники оформляют арабскими цифрами в квадратных скобках [1], [2]-[5] в тексте отчета.

#### 9. Приложения:

- a. В приложения рекомендуется включать материалы, дополняющие текст отчета, если они не могут быть включены в основную часть.
- b. Приложения могут включать: графический материал, таблицы, расчеты, описания алгоритмов и программ.
- c. В тексте отчета на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте отчета.
- d. Каждое приложение следует размещать с новой страницы с указанием в центре верхней части страницы слова ПРИЛОЖЕНИЕ.
- e. Приложение должно иметь заголовок, который записывают с прописной буквы, полужирным шрифтом, отдельной строкой по центру без точки в конце.
- f. Все приложения должны быть перечислены в содержании отчета с указанием их обозначений, статуса и наименования.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

### Командный кейс №2 "Поиск и доставка"

---

г. Таблицы, рисунки и формулы каждого приложения обозначаются отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

К оформлению структуры репозитория (github, gitlab) предъявляются следующие требования:

1. Наличие папки “Программный код”. Код разработанного программного обеспечения располагается в этой и только этой папке. Блок-схема алгоритма разработанного ПО в данной папке не располагается.
2. Наличие папки “3D-модели”. Разработанные 3D-модели в форматах .obj, .stl или .step располагаются в этой и только в этой папке. Чертежи в данной папке не располагаются.
3. Наличие папки “Видеоролик”. В этой папке располагается ссылка на видеоролик, расположенный на стороннем видеохостинге, демонстрирующий функционирование разработанного устройства в соответствии с регламентом испытаний.
4. Остальные элементы результатов выполнения кейсового задания располагаются непосредственно в отчетной документации в соответствии с требованиями из разделов б и 7.

## 7. 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.

## 8. Требуемые знания для решения задачи

1. Предметные (физика, информатика, математика).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.**

**Командный кейс №2 "Поиск и доставка"**

---

2. Знание логики программирования на языках C-диалекта и навык разработки программного обеспечения.
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 командой работы.
7. Навыки представления результатов работы.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

### Командный кейс №2 "Поиск и доставка"

---

#### 9. 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 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>

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

**Командный кейс №3 "БЕЛАЗ – роботизированная транспортная система"**

---



## 1. Формулировка задачи (условия)

При добыче полезных ископаемых открытым способом применяются самые большие карьерные автосамосвалы. Их грузоподъемности могут быть до 450 тонн, а их полная масса при загрузке – до 840 тонн. В условиях высокопроизводительного и опасного производства появляется необходимость внедрения роботизированных автосамосвалов. На горных предприятиях автосамосвалы перевозят различные типы грузов на расстояния до 5-7 км. На горном предприятии возможна загрузка автосамосвалов различными грузами: полезным ископаемым или, например, пустой горной породой. Причем плотность пустой породы может быть существенно больше плотности полезного ископаемого, а из-за этого его масса при одном объеме значительно выше. С учетом того, что автосамосвалы выезжают из карьера по трассам с большими уклонами дороги, то важным является загрузка горной массы, не превышающей грузоподъемность автосамосвала. В связи с этим разработка роботизированной системы для погрузки различных видов грузов в большегрузные автосамосвалы является актуальной практической задачей.

Кейс " БЕЛАЗ – система доставки грузов " был разработан совместно со специалистами ТД «БЕЛАЗ» в соответствии с современными требованиями, предъявляемыми условиями горного производства относительно создания роботизированных систем процесса перевозки добытых горных пород.

В рамках данного кейса участникам предлагается разработать роботизированную систему доставки грузов с автоматической погрузкой автосамосвала грузами в виде кубиков, имитирующими крупные блоки, и его последующим движением для доставки грузов в ручном (с пульта управления) или в автоматическом режиме.

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

Главной задачей является разработка системы доставки грузов, в которую входит погрузочное устройство и автосамосвал.

Предлагается разработать систему доставки грузов любого конструктивного исполнения, со следующими требованиями:

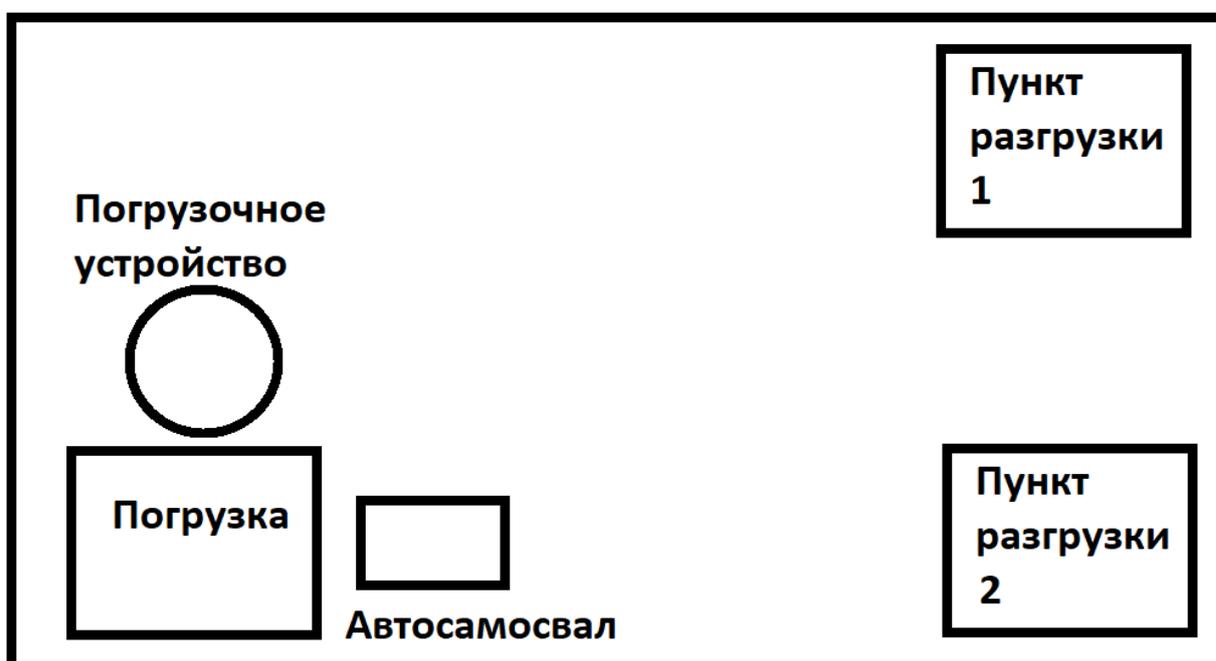
**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Инженерно-конструкторское направление.**

**Инженерно-конструкторский профиль.**

**Командный кейс №3 "БЕЛАЗ – роботизированная транспортная система"**

1. Должна быть подготовлена испытательная площадка размерами 2x2 м. На площадке размещается пункт погрузки и два пункта разгрузки (пункт 1 и пункт 2) в произвольных местах, находящихся в пределах испытательной площадки, но не граничащие друг с другом. Испытательную площадку можно отметить различными способами: огородить щитами или бортиками, проложить границы цветной клейкой лентой и пр. Пункты погрузки и разгрузки размерами 0,4x0,4 м можно отметить цветной клейкой лентой или любыми бортиками, оставив ворота для въезда.



2. Перевозимый автосамосвалом груз представляет собой 3 (три) кубика различной массы. Кубики должны быть разных цветом (красный, зеленый, синий). Они могут распознаваться роботизированной системой по цвету при помощи компьютерного зрения. Кубики могут располагаться произвольно в пункте погрузки.
3. Автоматическое погрузочное устройство может быть реализовано любым конструктивным способом: манипулятор, подъемный кран, конвейер и пр. Средства захвата и переноса груза (кубика) могут быть реализованы любым способом. Важно, чтобы система могла выбирать любой необходимый груз для загрузки на автосамосвал. Порядок погрузки грузов определяется оператором. При этом работа автоматического погрузочного устройства начинается при наличии автосамосвала в пункте погрузки.
4. Реализация движения автосамосвала по траектории транспортирования и ориентирования в пространстве может быть реализована любым разработанным авторами способом: движение по начерченной линии, ориентирование по маякам, расставленным по трассе, движение по

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

## Командный кейс №3 "БЕЛАЗ – роботизированная транспортная система"

координатам и прочее. При этом автосамосвал должен отвезти груз в соответствующую зону разгрузки: например, красный кубик – в пункт разгрузки 1, а зеленый кубик – в пункт разгрузки 2. Команда об этом поступает на монитор или на оператора автосамосвала, после чего автосамосвал может перемещаться в ручном (с пульта ручного управления) или в автоматическом режиме (без использования пульта ручного управления) из пункта погрузки в нужный пункт разгрузки. Синий кубик представляет собой повышенную массу груза, поэтому после погрузки его в автосамосвал, система должна оценить наличие перегруза и выполнить автоматическую разгрузку автосамосвала в пункте погрузки.

5. Модель автосамосвала изготавливается с беспроводным ручным и автоматическим управлением. Конструкция автосамосвала полностью спроектирована и изготовлена участниками олимпиады, представляет собой самодвижущуюся платформу на колесах с кузовом специальной формы. Сумма габаритов автосамосвала не превышает 1200 мм по сумме длины, высоты и ширины.
6. Ориентирование автосамосвала на зону погрузки и на зону разгрузки может осуществляться любым способом: расчерченной траекторией, посредством маяков или за счет задания координат.
7. Автосамосвал движется из одной зоны в другую и обратно, останавливаясь в зонах погрузки и разгрузки для выполнения соответствующей функции.
8. При разработке транспортной системы могут использоваться как готовые электротехнические модули (Arduino, Raspberry и др.), так и разработана собственная электротехническая схема (изготовление печатной платы, пайка компонентов и др.). Сборка конструкций из готовых деталей конструкторов (например, Lego) будет отражать минимальный творческий технический уровень участников, поэтому будет оцениваться по минимальным значениям критериев;
9. Дополнительно должна быть предусмотрена возможность оценки перегрузки автосамосвала и автоматический режим его разгрузки в этом случае в пункте погрузки.
10. Специальных требований к питанию транспортной системы не предъявляется.

### 3. Порядок испытаний устройства

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

- В рамках 1 испытания участники располагают автосамосвал в любом месте испытательного полигона. В момент начала испытания оператор при помощи пульта ручного управления доводит автосамосвал до пункта погрузки, там автоматическим погрузочным устройством

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

## Командный кейс №3 "БЕЛАЗ – роботизированная транспортная система"

производится загрузка автосамосвала любым грузом (груз – это один кубик какого-либо цвета) после чего оператор может отправить автосамосвал в пункт разгрузки, где после остановки автосамосвал разгружается в автоматическом режиме после остановки.

- В рамках 2 испытания при той же последовательности действий, но при загрузке тяжелого груза (синего кубика), система должна оценить наличие перегруза, и автосамосвал должен разгрузиться, не выезжая из пункта погрузки, в автоматическом режиме.
- В рамках 3 испытания автосамосвал из любого места полигона должен достичь пункт погрузки в автоматическом режиме. При этом автоматическое погрузочное устройство загружает автосамосвал в случайном порядке, а автосамосвал отвозит грузы в соответствующие пункты разгрузки или выполняет разгрузку на месте при перегрузе. Задание будет выполнено, когда два груза будут в пунктах разгрузки (пункт разгрузки 1 и пункт разгрузки 2) а третий груз (тяжелый) будет разгружен в пункте погрузки.
- На проведение каждого испытания дается 1 попытка.

### 4. Рекомендованные материалы для выполнения.

Микроконтроллеры (Arduino, Raspberry и пр.), модули для обеспечения беспроводной передачи данных, резисторы, конденсаторы, батарейки, серводвигатели, монтажная плата (breadboard), коннекторы, маленькая монтажная плата для распайки, перчатка, болты, леска, нить, конструкционные материалы и заготовки для изготовления деталей (фанера, оргстекло, опорные стенки, кронштейны, фланцы, направляющие и пр.), плата расширения (шилд) с драйвером моторов. Для прототипирования рекомендуется использовать 3D принтер.

### 5. Требования к результатам решения кейсового задания

Документация в обязательном порядке должна включать в себя:

- а. Титульный лист (школа, авторы, название кейса, название команды, руководитель).
- б. Цель и задачи работы.
- в. Описание команды, распределение ролей, функций и обязанностей каждого участника команды.
- г. Общее описание функций разработанного решения (теоретическое описание функций, которое реализует разработанное устройство).
- д. Описание используемых аппаратных и программных узлов, модулей, фреймворков и других инструментов.
- е. Функциональное описание разработанного решения в виде UML-диаграмм:

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Инженерно-конструкторское направление.

### Инженерно-конструкторский профиль.

#### Командный кейс №3 "БЕЛАЗ – роботизированная транспортная система"

---

- 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 описывавшие все аспекты кинематического движения, реализующегося во время функционирования устройства.
- h. Разработанные 3D-модели в форматах .obj, .stl или .step, скриншоты разработанных 3D-моделей (как системы в целом, так и отдельный 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 изображений электрической принципиальной схемы, монтажной схемы, топологии собственной разработанной 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.). Любые архивы с загруженными исходными кодам (.zip, .rar и т.п.) загружать в другие хранилища данных запрещается.
- l. Фотографии разработанного устройства и его составных частей. Также располагается 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, испытаний 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 на стороннем видеохостинге (ВКонтакте, Rutube и др.), ссылка на видеоролик

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

## Командный кейс №3 "БЕЛАЗ – роботизированная транспортная система"

---

располагается в репозитории в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)

- п. Заключение, результаты работы, анализ функционирования разработанного устройства, предложения по возможному улучшению устройства.
- о. Список литературных источников.

### 6. Требования к оформлению документации

Отчет о результатах решения кейсового задания должен быть представлен в виде документа в формате .pdf. Запрещается представление отчета и документации в виде ссылки на удаленное хранилище (Яндекс.Диск, Google Drive, github и т.п.).

К оформлению документации предъявляются следующие требования:

1. Поля документа: Левое – 3,0 см., правое – 1,5 см., верхнее и нижнее – 2,0 см.
2. Основной текст:
  - a. Шрифт - Times New Roman, 14 пт. одинаковый по всему тексту, цвет - черный.
  - b. Выравнивание - по ширине.
  - c. Межстрочный интервал - 1.5.
  - d. Абзацный отступ - 1.25 см.
  - e. Отступы слева/справа - 0 см.
  - f. Интервал перед/после абзаца – 0 см.
  - g. Полужирный шрифт не используют (используют только для заголовков разделов и подразделов, заголовков структурных элементов).
  - h. Курсивный шрифт не применяют, за исключением обозначения объектов, написания терминов и иных объектов и терминов на латыни.
3. Нумерация страниц:
  - a. Страницы документации нумеруются арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту.
  - b. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки.
  - c. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц, но номер на нем не проставляют.
4. Заголовки:
  - a. Шрифт - Times New Roman, полужирный шрифт.
  - b. Не более 3-х уровней заголовков.
  - c. Абзацный отступ - 1.25 см.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Инженерно-конструкторское направление.

### Инженерно-конструкторский профиль.

#### Командный кейс №3 "БЕЛАЗ – роботизированная транспортная система"

---

- d. Отступы слева/справа - 0 см.
- e. Выравнивание – по ширине.
- f. Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая.

#### 5. Таблицы:

- a. Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Таблицы применяют для наглядности и удобства сравнения показателей.
- b. Таблицы должны иметь названия и порядковую нумерацию. Нумерация таблиц должна быть сквозной для всего текста отчета.
- c. В тексте работы должны быть обязательно ссылки на таблицы. При ссылке следует печатать слово "таблица" с указанием ее номера, например, в таблице 1 сравниваются.... Не допускается сокращение - Табл.5.
- d. Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.
- e. Наименование следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в следующем формате: Таблица Номер таблицы
- f. Наименование таблицы. Наименование таблицы приводят с прописной буквы без точки в конце.
- g. Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте отчета.

#### 6. Изображения:

- a. Изображения (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в отчете непосредственно после текста отчета, где они упоминаются впервые, или на следующей странице (по возможности ближе к соответствующим частям текста отчета).
- b. Изображения должны иметь названия и порядковую нумерацию. Нумерация рисунков должна быть сквозной для всего текста отчета. Наименование рисунка приводят с прописной буквы без точки в конце.
- c. В тексте работы должны быть обязательно ссылки на рисунки (например, рис. 3). При ссылке необходимо писать слово "рисунок" и его номер, например: "в соответствии с рисунком 2" и т.д. Не допускается сокращение типа Рис.5.
- d. Порядковый номер рисунка и его название помещают под рисунком после пояснительных данных, посередине строки.
- e. При построении графиков по осям координат вводятся соответствующие показатели, буквенные обозначения которых выносятся на концы координатных осей,

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

## Командный кейс №3 "БЕЛАЗ – роботизированная транспортная система"

---

фиксируемые стрелками. При необходимости вдоль координатных осей делаются поясняющие надписи.

### 7. Перечисления:

- a. Перечисления формируются при помощи списков с использованием маркеров, букв или арабских цифр.
- b. Простые перечисления отделяются запятой, сложные – точкой с запятой.
- c. Перечисления приводятся с абзацного отступа 1,25 пт., без отступов слева и выступов справа в столбик.

### 8. Список использованных источников:

- a. Список использованных источников должен включать библиографические записи на документы, использованные при составлении отчета.
- b. Сведения об использованных источниках необходимо располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте отчета.
- c. Нумерация источников арабскими цифрами с точкой.
- d. Наличие абзацного отступа у записей источников.
- e. Каждая библиографическая ссылка заканчивается точкой.
- f. Ссылки на источники оформляют арабскими цифрами в квадратных скобках [1], [2]-[5] в тексте отчета.

### 9. Приложения:

- a. В приложения рекомендуется включать материалы, дополняющие текст отчета, если они не могут быть включены в основную часть.
- b. Приложения могут включать: графический материал, таблицы, расчеты, описания алгоритмов и программ.
- c. В тексте отчета на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте отчета.
- d. Каждое приложение следует размещать с новой страницы с указанием в центре верхней части страницы слова ПРИЛОЖЕНИЕ.
- e. Приложение должно иметь заголовок, который записывают с прописной буквы, полужирным шрифтом, отдельной строкой по центру без точки в конце.
- f. Все приложения должны быть перечислены в содержании отчета с указанием их обозначений, статуса и наименования.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

## Командный кейс №3 "БЕЛАЗ – роботизированная транспортная система"

---

г. Таблицы, рисунки и формулы каждого приложения обозначаются отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

К оформлению структуры репозитория (github, gitlab) предъявляются следующие требования:

1. Наличие папки "Программный код". Код разработанного программного обеспечения располагается в этой и только этой папке. Блок-схема алгоритма разработанного ПО в данной папке не располагается.
2. Наличие папки "3D-модели". Разработанные 3D-модели в форматах .obj, .stl или .step располагаются в этой и только в этой папке. Чертежи в данной папке не располагаются.
3. Наличие папки "Видеоролик". В этой папке располагается ссылка на видеоролик, расположенный на стороннем видеохостинге, демонстрирующий функционирование разработанного устройства в соответствии с регламентом испытаний.
4. Остальные элементы результатов выполнения кейсового задания располагаются непосредственно в отчетной документации в соответствии с требованиями из разделов 6 и 7.

### 7. 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.

### 8. Требуемые знания для решения задачи

1. Предметные (физика, информатика, математика).
2. Знание логики программирования на языках C-диалекта и навык разработки программного обеспечения.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

## Командный кейс №3 "БЕЛАЗ – роботизированная транспортная система"

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 командой работы.
7. Навыки представления результатов работы.

### 9. 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-s-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 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>

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”. Командный кейс №4 “Стритбол с роботами”

---

### 1. Формулировка задачи (условия)

Современное развитие информационных технологий привело к повсеместному внедрению роботизированных систем в различных областях нашей деятельности, где-то дополняя возможности человека, а где-то полностью его замещая. Роботы становятся не только самостоятельными, но могут соперничать и состязаться друг с другом в различных соревнованиях. В рамках предложенного командного кейса Вам предстоит подготовить к соревнованиям по стритболу собственного робота, а именно разработать его концепцию, собрать и отладить макет. Для этого необходимо разработать конструкцию робота на мобильной платформе, на которую устанавливаются устройства захвата и броска мяча, модуль автоматизации и навигации на игровом поле. Также для подготовки робота к игре и оттачиванию маневров требуется изготовить испытательный полигон, имитирующий игровое поле. Конструктивные и программные решения должны обеспечивать наилучшие маневренность и быстродействие робота на игровом поле, чтобы победить соперников.

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

Главной задачей является разработка программно-аппаратного комплекса (ПАК), выполняющего ограниченный набор функций игрока в стритбол, а именно поиск мяча на игровом поле и бросок мяча в кольцо. ПАК помещается на специальный испытательный полигон, на котором нанесена разметка игрового поля и находится кольцо со щитом.

#### Требования к ПАК.

- ПАК состоит из мобильной платформы, на которой размещаются:
  - устройство захвата и броска мяча;
  - модуль автоматизации и навигации на игровом поле;
  - система взаимодействия с оператором.
- Принцип действия и конструкция устройства захвата мяча могут быть любыми, но должны обеспечивать уверенный захват мяча и его передачу в устройство броска.
- Мяч должен иметь форму шара диаметром  $40,0 \pm 0,5$  мм и массу около 3-5г. Нанесение рисунка баскетбольного мяча остается на усмотрение команды и не является обязательным.
- Время на поиск мяча на поле не более 50 секунд.
- Время владения мячом не более 24 секунд – время с момента захвата мяча или с момента окончания получения команды (для случаев, когда мяч уже загружен в захват).
- Принцип действия и конструкция устройства броска мяча могут быть любыми, но должны обеспечивать точное попадание мяча в корзину.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”. Командный кейс №4 “Стритбол с роботами”

---

- Время с момента остановки ПАК в точке броска до непосредственно броска мяча должно занимать не более 15 секунд.
- ПАК должен иметь собственный автономный источник питания (аккумулятор), обеспечивающий надежную и непрерывную работу всей электроники, механических устройств в течение всего игрового процесса или процесса испытаний.
- Проводные связь или питание с ПАК недопустимы за исключением процесса зарядки автономного источника питания (аккумулятора) ПАК вне игрового поля.
- Модуль навигации может состоять из датчиков цвета, энкодеров и ультразвуковых (УЗ) и/или оптических дальномеров с целью определения препятствий и положения на игровом поле и поиска мяча. Допустимо использование средств машинного зрения.
- Модуль автоматизации должен быть реализован с использованием микроконтроллеров (МК) любой архитектуры, достаточной для реализации необходимого функционала, и обладающие набором необходимых портов ввода-вывода данных и интерфейсов, например, МК AVR на платах Arduino. Также допустимо использование одноплатных компьютеров типа Raspberry Pi.
- Габариты ПАК (ШхГхВ) не должны превышать 320 \* 320 \* 210 мм с учетом его подвижных частей.
- Особые требования по весу ПАК не предъявляются.
- Управление ПАК выполняется с помощью выбора определенного сценария, в котором реализован полностью автоматизированный алгоритм с использованием устройств захвата и броска мяча, а также модуля навигации. Управление с помощью команд на простые движения (поехать вперед, назад, влево или вправо, бросить мяч или захватить мяч и др.) не допускается.
- В программное обеспечение ПАК должны быть заложены следующие сценарии:
  - поиск и захват мяча;
  - поиск и захват мяча, бросок из двухочковой зоны;
  - поиск и захват мяча, бросок из трехочковой зоны;
  - поиск и захват мяча, бросок из штрафной зоны.
- Команды на выполнение сценариев на ПАК отдаются оператором только дистанционно, беспроводным способом с помощью оптических, радиопередающих или других устройств на усмотрение команды, кроме вариантов прямого механического или тактильного воздействия.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”. Командный кейс №4 “Стритбол с роботами”

---

- Время реакции на команду (от момента завершения задания команды, до начала движения робота) не более 3 секунд.
- Исключается подключение ПАК или его подсистем к персональному компьютеру, робот должен работать полностью автономно (пользователь может осуществлять только включение и выключение робота, а также аварийную остановку).

### Требования к полигону:

- Полигон выполняется на любой ровной поверхности, на которой нанесена разметка в соответствии с рисунком 1.
- Внутренний размер полигона: 1400 на 1500 мм.
- Разметка имеет несколько назначений:
  - ограничивающие линии – располагаются по периметру и задают внутренний размер полигона;
  - трёхочковая линия – по форме дуги окружности располагается вокруг щита и ограничивает зону ближнего броска;
  - линия штрафного броска – располагается перед щитом параллельно плоскости щита.
- Область штрафного броска – зона диаметром 360 мм.
- Разметка выполняется линией шириной  $5,0 \pm 0,5$  мм и цветом в зависимости от назначения в следующем порядке:
  - граница игрового поля – чёрный;
  - трёхочковая линия – синий;
  - линии трёхсекундной зоны – красный;
  - контур штрафной зоны – зелёный.
- Фон выполняется белым. На записи хода испытаний разметка должны быть четко различима в кадре.
- Баскетбольное кольцо или корзина выполняются с внутренним радиусом не менее 45 мм, но не более 60 мм. Центр кольца должен находиться строго над центром окружности, по которой строится трёхочковая линия. Важно отметить, что смещение центров друг относительно друга помимо конструктивных особенностей ПАК в значительной степени влияет на вероятность попадания мяча в кольцо.
- Высота от плоскости кольца до поверхности полигона должна составлять 300 мм.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.  
Командный кейс №4 “Стритбол с роботами”**

- Кольцо крепится к щиту с шириной 120 мм и высотой 100 мм. Расстояния от нижней границы щита до плоскости кольца должно быть от 25 до 35 мм.

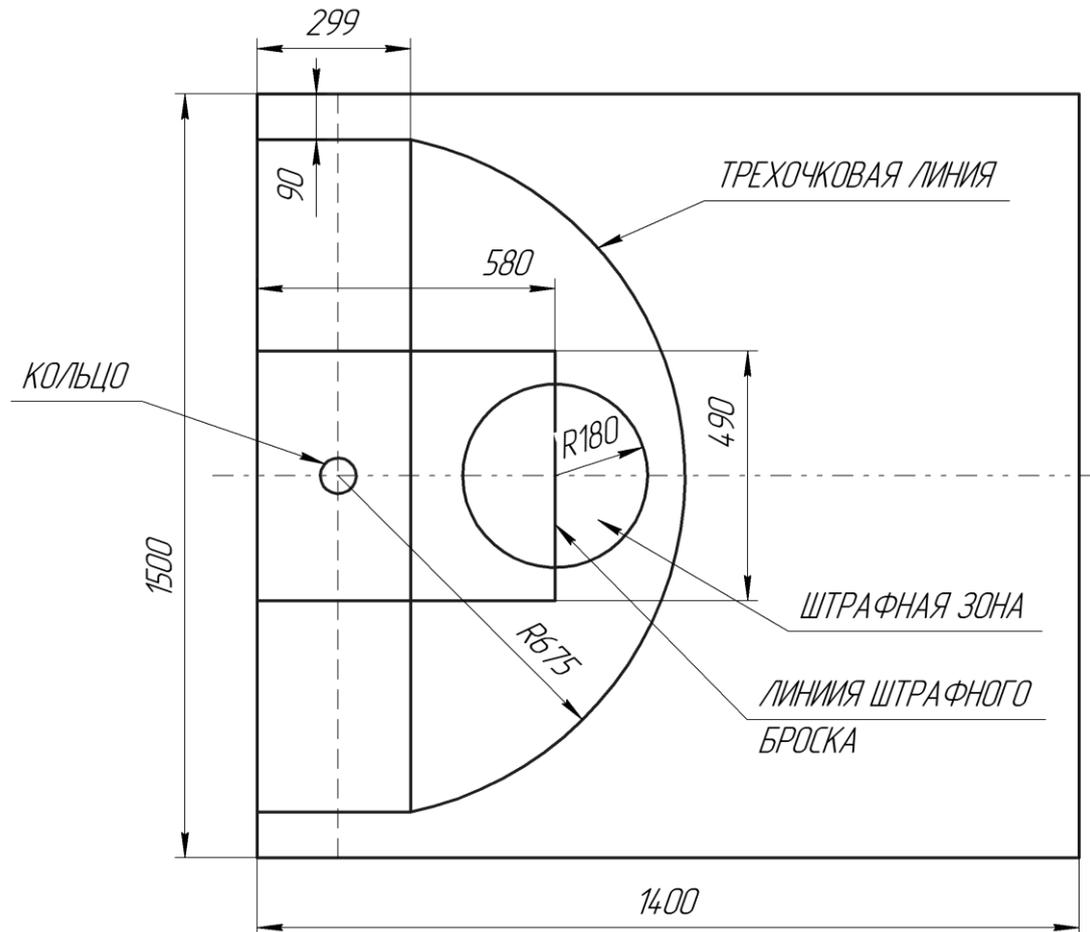


Рисунок 1 – Схема игрового поля

Дополнительные разъяснения правил игры.

Зона трехочкового броска – дальняя от кольца область поля, отделяемая трехочковой линией. Зона двухочкового броска – область поля внутри трехочковой линии за исключением трехсекундной области.

При выполнении штрафного броска ПАК должен находиться полностью в зоне штрафного броска и не нарушать ее границ в процессе выполнения броска.

На протяжении всего игрового процесса ПАК не должен нарушать внутренних границ игрового поля.

### **3. Порядок испытаний устройства**

Весь порядок испытаний от подготовки к испытаниям до завершения последнего этапа должен быть записан на видео одним дублем без склейки и монтажа. В течение всего видео в кадре должен быть весь полигон, на котором размещается разработанный командой ПАК и как минимум один из

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”. Командный кейс №4 “Стритбол с роботами”

---

участников команды, выполняющий все операции с ПАК. Вход и выход участников, передача инструмента, деталей и других вещей из кадра недопустимо. Допускается использование второй камеры для более детализированной демонстрации ключевых моментов. Видео должно быть со звуком, на котором отчетливы слышны комментарии и действия участников. На видеозаписи должно быть хорошо различимы все элементы, влияющие на оценивание результативности: размер устройства/устройств, инициализация устройства/устройств, результат действий устройства/устройств согласно испытаниям. В случае, если эксперты не смогут по видеозаписи однозначно понять результат выполнения задания, принимается решение не в пользу участника.

Перед началом испытаний ПАК необходимо подготовить и привести полигон в готовое состояние: полигоне не должно быть лишние предметов, а ПАК размещается в пределах трехочковой зоны.

Далее работоспособность ПАК проверяется в процессе **3-х этапов испытаний**:

- На первом этапе выполняется бросок из трехочковой зоны. Оператор отдает мяч (вкладывает в устройство захвата) ПАК и отдает команду на выполнение сценария по броску из трёхочковой зоны. Успешным выполнение этапа считается, если мяч точно попал в кольцо.
- На втором этапе на ПАК отправляется команда для выполнения сценария по броску мяча из двухочковой зоны. ПАК должен самостоятельно обнаружить мяч на полигоне (если мяч при выполнении первого этапа выкатился за пределы поля, то его можно разместить в произвольном месте трехочковой зоны полигона), захватить его, переместиться в зону и выполнить бросок. Успешным выполнение этапа считается, если мяч точно попал в кольцо.
- На третьем этапе испытания ПАК должен выполнить штрафной бросок. Оператор отдает мяч (вкладывает в устройство захвата) ПАК или ПАК самостоятельно обнаружить и захватить мяч на полигоне (выбор варианта сценария на усмотрение участников команды) и отдает команду на выполнение сценария по броску из штрафной зоны. Успешным выполнение этапа считается, если мяч точно попал в кольцо.

В процессе прохождения испытаний, намерено перемещать или касаться ПАК не допускается. Перемещение ПАК в зону, из которой производится бросок, выполняется с места броска предыдущего этапа. Бросок выполняется только из соответствующей зоны, когда ПАК полностью находится в пределах зоны и не нарушает разметку собственными габаритами.

Важно отметить, что при оценке особое внимание уделяется качеству разработки и сборки робота, а также соответствию его требованиям ТЗ. На снижение балла влияют следующие факторы:

- несоответствие ПАК требованиям ТЗ;
- мяч не попадает в кольцо вне зависимости от наличия касания;

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль "Инженерия". Командный кейс №4 "Стритбол с роботами"

---

- нарушение границ полигона и разметки игрового поля;
- количество дополнительных попыток, запрашиваемых для повторного прохождения этапа;
- запрашиваемое дополнительное время на устранение неполадок.

### 4. Рекомендованные материалы для выполнения.

Микроконтроллеры (Arduino, Raspberry и пр.), модули для обеспечения беспроводной передачи данных, резисторы, конденсаторы, батарейки, серводвигатели, монтажная плата (breadboard), микрофон для реализации голосового ввода, коннекторы, маленькая монтажная плата для распайки, перчатка, болты, леска, нить, веревка, конструкционные материалы и заготовки для изготовления деталей (фанера, оргстекло, опорные стенки, кронштейны, фланцы, направляющие и пр.), плата расширения (шилд) с драйвером моторов. Для прототипирования рекомендуется использовать 3D принтер.

### 5. Требования к результатам решения кейсового задания

Документация в обязательном порядке должна включать в себя:

- Титульный лист (школа, авторы, название кейса, название команды, руководитель).
- Цель и задачи работы.
- Описание команды, распределение ролей, функций и обязанностей каждого участника команды.
- Общее описание функций разработанного решения (теоретическое описание функций, которое реализует разработанное устройство).
- Описание используемых аппаратных и программных узлов, модулей, фреймворков и других инструментов.
- Функциональное описание разработанного решения в виде UML-диаграмм:
  - Диаграмма вариантов пользовательского взаимодействия с системой (use case diagram)
  - Диаграмма автомата (state machine diagram)
  - Диаграмма последовательности (sequence diagram)
  - Диаграмма компонентов (component diagram)
- Описание кинематической системы разработанного устройства в виде схемы, диаграмм, подробно описывавшие все аспекты кинематического движения, реализующегося во время функционирования устройства.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”. Командный кейс №4 “Стритбол с роботами”

---

- h. Разработанные 3D-модели в форматах .obj, .stl или .step, скриншоты разработанных 3D-моделей (как системы в целом, таким и отдельный 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 изображений электрической принципиальной схемы, монтажной схемы, топологии собственной разработанной 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.). Любые архивы с загруженными исходными кодам (.zip, .rar и т.п.) загружать в другие хранилища данных запрещается.
- l. Фотографии разработанного устройства и его составных частей. Также располагается 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, испытаний 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 на стороннем видеохостинге (ВКонтакте, Rutube и др.), ссылка на видеоролик располагается в репозитории в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.). Весь порядок испытаний от подготовки к испытаниям до завершения последнего этапа должен быть записан на видео одним дублем без склейки и монтажа. В течении всего видео в кадре должен быть разработанный командой робот и как минимум один из участников команды, выполняющий все операции с роботом. Вход и выход участников, передача инструмента, деталей и других вещей из кадра недопустимо. Допускается использование второй камеры для более детализированной демонстрации ключевых моментов. Видео должно быть со звуком, на котором отчетливы слышны подаваемые голосовые команды. На видеозаписи должно быть

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

### Командный кейс №4 "Стритбол с роботами"

---

хорошо различимы все элементы, влияющие на оценивание результативности: размер устройства/устройств, инициализация устройства/устройств, результат действий устройства/устройств согласно испытаниям. В случае, если эксперты не смогут по видеозаписи однозначно понять результат выполнения задания, принимается решение не в пользу участника.

- п. Заключение, результаты работы, анализ функционирования разработанного устройства, предложения по возможному улучшению устройства.
- о. Список литературных источников.

## 6. Требования к оформлению документации

Отчет о результатах решения кейсового задания должен быть представлен в виде документа в формате .pdf. Запрещается представление отчета и документации в виде ссылки на удаленное хранилище (Яндекс.Диск, Google Drive, github и т.п.).

К оформлению документации предъявляются следующие требования:

1. Поля документа: Левое – 3,0 см., правое – 1,5 см., верхнее и нижнее – 2,0 см.
2. Основной текст:
  - a. Шрифт - Times New Roman, 14 пт. одинаковый по всему тексту, цвет - черный.
  - b. Выравнивание - по ширине.
  - c. Межстрочный интервал - 1.5.
  - d. Абзацный отступ - 1.25 см.
  - e. Отступы слева/справа - 0 см.
  - f. Интервал перед/после абзаца – 0 см.
  - g. Полужирный шрифт не используют (используют только для заголовков разделов и подразделов, заголовков структурных элементов).
  - h. Курсивный шрифт не применяют, за исключением обозначения объектов, написания терминов и иных объектов и терминов на латыни.
3. Нумерация страниц:
  - a. Страницы документации нумеруются арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту.
  - b. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки.
  - c. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц, но номер на нем не проставляют.
4. Заголовки:
  - a. Шрифт - Times New Roman, полужирный шрифт.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Продуктовый сектор. Профиль "Инженерия".**

**Командный кейс №4 "Стритбол с роботами"**

---

- b. Не более 3-х уровней заголовков.
- c. Абзацный отступ - 1.25 см.
- d. Отступы слева/справа - 0 см.
- e. Выравнивание – по ширине.
- f. Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая.

5. Таблицы:

- a. Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Таблицы применяют для наглядности и удобства сравнения показателей.
- b. Таблицы должны иметь названия и порядковую нумерацию. Нумерация таблиц должна быть сквозной для всего текста отчета.
- c. В тексте работы должны быть обязательно ссылки на таблицы. При ссылке следует печатать слово "таблица" с указанием ее номера, например, в таблице 1 сравниваются.... Не допускается сокращение - Табл.5.
- d. Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.
- e. Наименование следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в следующем формате: Таблица Номер таблицы
- f. Наименование таблицы. Наименование таблицы приводят с прописной буквы без точки в конце.
- g. Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте отчета.

6. Изображения:

- a. Изображения (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в отчете непосредственно после текста отчета, где они упоминаются впервые, или на следующей странице (по возможности ближе к соответствующим частям текста отчета).
- b. Изображения должны иметь названия и порядковую нумерацию. Нумерация рисунков должна быть сквозной для всего текста отчета. Наименование рисунка приводят с прописной буквы без точки в конце.
- c. В тексте работы должны быть обязательно ссылки на рисунки (например, рис. 3). При ссылке необходимо писать слово "рисунок" и его номер, например: "в соответствии с рисунком 2" и т.д. Не допускается сокращение типа Рис.5.
- d. Порядковый номер рисунка и его название помещают под рисунком после пояснительных данных, посередине строки.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

### Командный кейс №4 "Стритбол с роботами"

---

е. При построении графиков по осям координат вводятся соответствующие показатели, буквенные обозначения которых выносятся на концы координатных осей, фиксируемые стрелками. При необходимости вдоль координатных осей делаются поясняющие надписи.

#### 7. Перечисления:

- a. Перечисления формируются при помощи списков с использованием маркеров, букв или арабских цифр.
- b. Простые перечисления отделяются запятой, сложные – точкой с запятой.
- c. Перечисления приводятся с абзацного отступа 1,25 пт., без отступов слева и выступов справа в столбик.

#### 8. Список использованных источников:

- a. Список использованных источников должен включать библиографические записи на документы, использованные при составлении отчета.
- b. Сведения об использованных источниках необходимо располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте отчета.
- c. Нумерация источников арабскими цифрами с точкой.
- d. Наличие абзацного отступа у записей источников.
- e. Каждая библиографическая ссылка заканчивается точкой.
- f. Ссылки на источники оформляют арабскими цифрами в квадратных скобках [1], [2]-[5] в тексте отчета.

#### 9. Приложения:

- a. В приложения рекомендуется включать материалы, дополняющие текст отчета, если они не могут быть включены в основную часть.
- b. Приложения могут включать: графический материал, таблицы, расчеты, описания алгоритмов и программ.
- c. В тексте отчета на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте отчета.
- d. Каждое приложение следует размещать с новой страницы с указанием в центре верхней части страницы слова ПРИЛОЖЕНИЕ.
- e. Приложение должно иметь заголовок, который записывают с прописной буквы, полужирным шрифтом, отдельной строкой по центру без точки в конце.
- f. Все приложения должны быть перечислены в содержании отчета с указанием их обозначений, статуса и наименования.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”. Командный кейс №4 “Стритбол с роботами”

---

г. Таблицы, рисунки и формулы каждого приложения обозначаются отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

К оформлению структуры репозитория (github, gitlab) предъявляются следующие требования:

1. Наличие папки “Программный код”. Код разработанного программного обеспечения располагается в этой и только этой папке. Блок-схема алгоритма разработанного ПО в данной папке не располагается.
2. Наличие папки “3D-модели”. Разработанные 3D-модели в форматах .obj, .stl или .step располагаются в этой и только в этой папке. Чертежи в данной папке не располагаются.
3. Наличие папки “Видеоролик”. В этой папке располагается ссылка на видеоролик, расположенный на стороннем видеохостинге, демонстрирующий функционирование разработанного устройства в соответствии с регламентом испытаний.
4. Остальные элементы результатов выполнения кейсового задания располагаются непосредственно в отчетной документации в соответствии с требованиями из разделов б и 7.

### 7. 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.

### 8. Требуемые знания для решения задачи

1. Предметные (физика, информатика, математика).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.  
Командный кейс №4 “Стритбол с роботами”**

---

2. Знание логики программирования на языках C-диалекта и навык разработки программного обеспечения.
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.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”. Командный кейс №4 “Стритбол с роботами”

---

### 9. Материалы для подготовки

- Стритбол. Википедия. Свободная энциклопедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B1%D0%BE%D0%BB>
- Баскетбол. ballgames.ru. 2024. URL: <https://www.ballgames.ru/%D0%B1%D0%B0%D1%81%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%B1%D0%BE%D0%BB/>
- 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 Програмируем 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>

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.**  
**Командный кейс №5 "Модель автоматической парковки"**

---

**Модель автоматической парковки**

### **1. Формулировка задачи (условия)**

В больших городах продолжает развиваться легковой транспорт, для которого требуется постоянное расширение парковочного пространства. Существует много технических инженерных решений как эффективно организовать парковочное пространство. Такие решения предполагают автоматизированные и автоматические мобильные парковочные системы. Сложным этапом является процесс, когда в ограниченном пространстве необходимо припарковать большое количество автомобилей. В рамках данного кейса участникам предлагается разработать конструкцию и устройство автоматической парковки.

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

Главной задачей является разработка программно-аппаратного комплекса (ПАК), способного в автоматическом режиме размещать и забирать автомобиль в автоматической парковке.

Предлагается разработать устройство определенного конструктивного исполнения, со следующими требованиями:

- При разработке могут использоваться как готовые аппаратные модули (Arduino, Raspberry, конвейерные линии, модели автомобилей), так и разработана собственная конструкторская и электротехническая части (изготовление печатной платы, пайка компонентов и др.). Модели парковок с готовой автоматической частью (в виде конструкторов или наборов) использовать не допускается. Допустимо использовать элементы только алюминиевых деталей (Tetix, Vex). Использование конструктора и контроллеров Lego любых версий запрещено.
- Конструкция ПАК должна быть стационарна (но с возможностью переноса в другое место), при этом должна обеспечиваться устойчивость на ровной поверхности при работе.
- Для выполнения автоматического размещения моделей машин ПАК содержит не менее 6 ячеек.
- В рамках кейса необходимо разработать одну модель автономного автомобиля, с которой будут проводиться все испытания.
- ПАК должен выполнять функции размещения модели автомобиля в ячейку автоматической парковки; распознавание идентификатора на модели автомобиля; автоматическую загрузку и выгрузку модели автомобиля в ячейки парковки.
- Разрабатываемый ПАК должен состоять из следующих подсистем:
  - подсистема распознавания автомобиля (ПРА);
  - подсистема перемещения ячеек (ППЯ);
  - подсистема автоматического управления (ПАУ);
  - подсистема беспилотного автомобиля (ПБА).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.**  
**Командный кейс №5 “Модель автоматической парковки”**

Варианты возможной реализации ПАК показаны на эскизах на рис. 1, роторного типа а) и карусельного типа б). Вариант конструкции участники выбирают и реализуют самостоятельно.

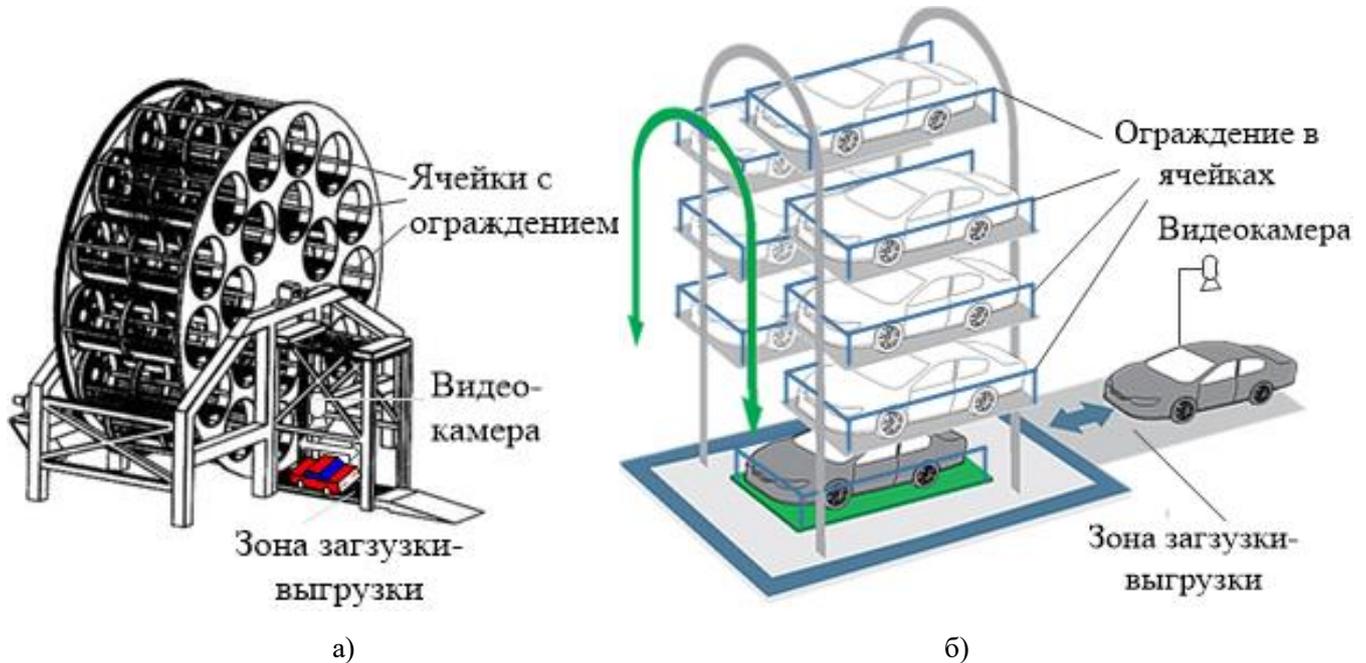


Рис.1. Примеры автоматических парковок: а) роторного типа; б) карусельного типа.

- Подсистема ПРА обеспечивает сканирование QR-кода на автомобиле и при реализации должна учитывать следующие требования:
  - В ПРА должна входить зона загрузки-выгрузки, в виде участка, где устанавливается автомобиль для последующего перемещения в ячейку парковки. Загрузка выполняется при движении автомобиля вперед до механических ограничителей в ячейке (допускается касание автомобиля ограничителей). Выгрузка автомобиля из ячейки производится задним ходом в зону загрузки-выгрузки. Зона загрузки-выгрузки должна быть оснащена стационарно установленной видеокамерой. Идентификационная метка на модели автомобиля представляет собой QR-код, который содержит информацию об автомобиле. Для шести парковочных ячеек должно быть шесть различных QR-кодов. Для получения автомобиля с парковки у автовладельца должна быть вторая карточка с QR-кодом, соответствующим коду на получаемом автомобиле. После сканирования второй карты парковка перемещает ячейку с нужным автомобилем в зону выдачи;
  - Распознавание QR-кода, отсканированного на автомобиле, должно производиться при использовании камеры (допускается использование библиотек распознавания изображений). QR-коды участники генерируют с помощью любых онлайн сервисов, распечатывают и размещают на модели автомобиля самостоятельно;
  - ОРА должна иметь возможность считывания QR-кода, распознавать его и передать информацию в подсистему управления (ПАУ);

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.**  
**Командный кейс №5 "Модель автоматической парковки"**

---

- Должны быть исключены ошибки в распознавании, повторные распознавания уже зафиксированных кодов;
- Время распознавания не должно превышать более 15 секунд, а время перемещения ячеек не должно быть более 120 секунд.
- Подсистема ППЯ должна включать в себя механизм со специальной системой перемещения ячеек как показано на рис. 1 а, б. На этапе подготовки к запуску автомобиль должен устанавливаться в зону загрузки-выгрузки вручную. К ППЯ предъявляются следующие требования:
  - Механическая конструкция перемещения ячеек должна иметь систему координат, обеспечивающую сопоставление позиций остановки каждой ячейки парковки с позицией зоны загрузки-выгрузки, где стоит автомобиль. Каждая ячейка должна иметь ограждения, препятствующие выезду автомобиля за их пределы. Ограничения на стороне въезда-выезда реализовывать не требуется.
  - Помогать руками при перемещении автомобиля из зоны загрузки-выгрузки в ячейки парковки и наоборот запрещено.
  - После загрузки автомобиля в ячейку парковки ее механизм перемещает свободную ячейку к платформе загрузки-выгрузки, ожидая следующую загрузку или выгрузку автомобиля;
  - Перемещение свободной ячейки парковки к зоне загрузки-выгрузки должен производиться не более чем за две минуты;
  - Установленный в ячейке автомобиль не должен самопроизвольно выезжать за границы ячейки. Для этого ячейка должна иметь ограничители, в виде ограждения (перил или забора), показанные на рис. 1, б. Оснащать ограждение чувствительными датчиками не требуется. Остановка автомобиля должна выполняться по сигналам с ультразвукового датчика, контролирующего расстояние до ограждения в ячейке. Конструкция каждой ячейки должна позволять извлекать из нее автомобиль вручную, для повторных испытаний.
- Подсистема ПАУ связывает все остальные подсистемы и должна удовлетворять следующим требованиям:
  - Управлять загрузкой и размещением автомобиля в ячейку парковки по определенному алгоритму, связанному с выявлением свободных ячеек и запоминанием занятых ячеек. Заполняемость ячеек парковки происходит последовательно;
  - Полученный от подсистемы распознавания (ПРА) QR-код должен сопоставляться с номером свободной ячейки парковки, в которую переместится автомобиль. Распознанный QR-код должен сохраняться в файл на компьютере;

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.**  
**Командный кейс №5 "Модель автоматической парковки"**

---

- Пример команд алгоритма управления перемещением: включить (выключить) механизм перемещения ячеек, разрешить (запретить) двигаться автомобилю, идентифицировать QR-код в режимах загрузки (выгрузки) автомобиля;
- Обеспечивать при испытаниях запись информации в файл данных в следующем виде: - номер ячейки парковки (N), - номер автомобиля (A), - связь номера автомобиля с номером ячейки парковки в которой он размещен (A, N).
- Подсистема ПБА должна быть автономной удовлетворяя следующим требованиям:
  - Модель автомобиля должна быть реализована на базе контроллера и включать управляемые электродвигатели, ультразвуковой датчик расстояния до ограждения в ячейке и систему беспроводного обмена информацией с управляющей подсистемой (ПСУ). В автоматической парковке все испытания выполняются с единственной моделью автомобиля;
  - После установки в зону загрузки-выгрузки автомобиль перемещается в ячейку (и из ячейки) парковки автоматически (или автоматизировано). Способ управления выбирается участниками самостоятельно;
  - Автоматизированный способ перемещения предполагает беспроводное управление автомобилем (с пульта дистанционного управления);
  - Автоматическое перемещение выполняется программно, без участия оператора. В этом режиме автомобиль беспроводным способом обменивается информацией с парковкой, ожидая разрешение на въезд в нужную ячейку (и разрешения на выезд, когда автомобиль забирают с парковки);
  - Автомобиль в зоне загрузки-выгрузки должен располагаться с учетом требования к заезду в ячейку прямым ходом, а выезд из ячейки - задним ходом. Ячейка парковки на стороне въезда-выезда не должна иметь ограждение, обеспечивая свободное движение автомобиля;
  - Для повторных испытаний разрешается забрать автомобиль из ячейки парковки вручную, только когда процесс перемещения завершен (и начался режим хранения). В режиме получения - автомобиль вручную перемещается в ячейку, где он должен храниться.
- Предполагается, что разработанный ПАК должен иметь возможность работать в автоматическом режиме после подачи сигнала о начале работы. Сигнал о начале работы ПАК может подаваться любым способом (кнопочный ввод, голосовая команда, и т.п.). Дополнительно должна быть предусмотрена возможность аварийной остановки работы ПАК в

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.**  
**Командный кейс №5 "Модель автоматической парковки"**

---

ручном или программном режиме (по нажатию кнопки в приложении). Может быть реализована любым способом кроме ручного отключения питания.

- Каждая подсистема ПАК должна иметь возможность тестирования для оценки результатов работы данной подсистемы вне цикла загрузки-выгрузки автомобиля. Участникам необходимо предусмотреть возможность демонстрации работы каждой подсистемы в отдельности (без реализации связи с другими подсистемами).
- Электропитание ПАК и его подсистем обеспечивается преимущественно аккумуляторами.
- Размер ПАК по Д\*Ш\*В примерно могут быть не более 30\*30\*40 см (и не менее 15\*15\*30 см). Ячейки для размещения моделей автомобилей прямоугольные или квадратные. Размер ячеек рекомендовано предусматривать не более 15\*15\*10 см (и не менее 10\*10\*10 см). Размеры моделей автомобилей могут быть не более 9\*9\*9 см. Материал для изготовления парковки могут быть выбраны из рекомендованных. Допускается использование листов оргстекла или фанеры, элементы модели автомобиля могут быть напечатаны на 3Д принтере. Использование картонных материалов не допускается. Модель автомобиля оснащается наклеенным на крышу QR-кодом.
- Допускается подключение ПАК или его подсистем к персональному компьютеру. При тестировании ПАК должен работать полностью автономно (пользователь может осуществлять только включение и выключение ПАК, а также аварийную остановку).

### **3. Порядок испытаний устройства**

Весь порядок испытаний от подготовки к испытаниям до завершения последнего этапа должен быть записан на видео одним дублем без склейки и монтажа. В течение всего видео в кадре должны быть разработанные командой устройства и как минимум один из участников команды, выполняющий все операции с устройствами. Вход и выход участников, передача инструмента, деталей и других вещей из кадра недопустимо. Допускается использование второй камеры для более детализированной демонстрации ключевых моментов. Видео должно быть со звуком и комментариями участников команды относительно проведения испытаний. На видеозаписи должно быть хорошо различимы все элементы, влияющие на оценивание результативности: размер устройства/устройств, инициализация устройства/устройств, результат действий устройства/устройств согласно испытаниям. В случае, если эксперты не смогут по видеозаписи однозначно понять результат выполнения задания, принимается решение не в пользу участника.

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

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.**  
**Командный кейс №5 "Модель автоматической парковки"**

---

- В первом испытании проверяется работа отдельных подсистем ПАК:
  - Работоспособность подсистемы распознавания (ПРА) подтверждается успешностью считывания видеокамерой QR-кода с автомобиля, установленного в зоне загрузки-выгрузки разрешающий режим загрузки. Перед выгрузкой автомобиля в зону видимости видеокамеры вносится карточка с QR-кодом, разрешающая режим выдачи. Подтверждение демонстрируется записями в командной строке команд “Разрешена загрузка”, “Разрешена выгрузка”, “QR-код на автомобиле: А”, “Номер ячейки хранения автомобиля А: N”, “Карточка автомобиля: А”. Символы А - номер автомобиля 1, 2 и т.д., N - номер ячейки 1, 2 и т.д.
  - Работоспособность подсистемы ППЯ подтверждается успешностью перемещения автомобиля в свободную ячейку из зоны загрузки-выгрузки после подачи команды “Разрешена загрузка”. После загрузки к зоне загрузки-выгрузки перемещается свободная ячейка по команде “Хранение”. При подаче команды “Разрешена выгрузка” автомобиль должен выехать задним ходом обратно в зону загрузки-выгрузки. Команды разрешения можно подавать с пульта дистанционного управления (автоматизированный режим), программного приложения на смартфоне или с персонального компьютера (автоматический режим).
  - Работоспособность подсистемы ПАУ подтверждается успешностью проверки автоматизированного или автоматического режима (участники сами выбирают режим). В автоматизированном режиме все команды участников при работе с пультом ручного управления отражаются в командной строке приложения (на компьютере или смартфоне) или в файле данных. В автоматическом режиме в файле данных отражается время и исполняемые команды: “Заезд”, “Выезд”, “Хранение”, “Перемещение ячеек”.
  - Подсистема ПБА подтверждается успешностью проверки автоматизированного или автоматического режима. В автоматизированном режиме участники с пульта ручного управления (нажатием кнопок) могут управлять перемещением автомобиля. Автоматический режим предполагает только программное управление (например, по времени) автомобилем при заезде в ячейку и выезде из нее. Также проверяется срабатывание ультразвукового датчика при остановке автомобиля перед ограждением в ячейке.
  
- Во втором испытании производится тестирование работоспособности разработанного ПАК в однократном цикле:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.**  
**Командный кейс №5 "Модель автоматической парковки"**

---

- Участники вручную устанавливают модель автомобиля с тестовым QR-кодом в зону загрузки-выгрузки перед парковкой. Перед началом работы производится запуск системы распознавания (ПРА), подсистемы ППЯ, ПАУ, ПБА включены и находятся в режиме ожидания.
- Если в результате распознавания QR-кода автомобиля отсутствуют ошибки, происходит переход к запуску подсистемы перемещения ячеек (ППЯ). Свободная ячейка перемещается к зоне загрузки-выгрузки. Автомобиль перемещается (автоматически или автоматизировано) на хранение в ячейку.
- После проверяется режим выдачи автомобиля. Участник вносит карточку с QR-кодом в зону загрузки-выдачи в области видимости видеокамеры. Автомобиль должен переместиться в зону выдачи (совпадает с зоной загрузки (рис. 1) без непосредственного участия оператора (автоматически) или с помощью пульта (автоматизированно).
- При испытании в файле данных должна быть отражена информация о распознанном QR-коде на автомобиле (A), а также о ячейке парковки куда предполагается переместить автомобиль (N). Структура файла формируется на выбор участников.
- Участники подтверждают на видео содержание файла данных до и после этапов загрузки и выгрузки автомобиля.
- В завершении происходит переход к оценке результатов работы системы в однократном цикле. Производится видеодемонстрация корректности последовательности перемещений автомобиля, подтверждается наличие управляющей программы для автоматического или автоматизированного режима перемещения. Участники демонстрируют результаты работы алгоритма - загрузки автомобиля в ячейку парковки и выгрузку в зону загрузки-выгрузки. Необходимо отразить появление записей (A, N) в файле с данными до и после загрузки-выгрузки автомобиля.
- В третьем испытании устройство должно продемонстрировать возможность работы по загрузке-выгрузке трех разных ячеек парковки (цикл повторяется три раза):
  - Используя онлайн генератор, участники создают и распечатывают три QR-кода. Для трех испытаний используется один и тот же автомобиль (ПБА). Перед вторым и третьим испытаниями автомобиль вручную извлекается из ячейки, где он хранится, карточка с QR-кодом снимается с автомобиля и остается в ячейке. Участники устанавливают следующий QR-код на автомобиль и размещают его в зону загрузки-выгрузки.
  - Перед каждым испытанием запуск подсистем должен происходить после появления QR-кода в зоне загрузки-выгрузки.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.**  
**Командный кейс №5 "Модель автоматической парковки"**

---

- Проверка режима выдачи автомобиля предусматривает ручное перемещение автомобиля в ячейку, где она храниться. QR-код из данной ячейки забирается и подносится вручную к видеокамере в зоне загрузки-выгрузки. Режим выдачи проверяется для трех ячеек.
- В завершении происходит переход к оценке результатов работы системы в соответствии с техническим заданием. На видео участники перед каждым из испытаний демонстрируют QR-код связанный с автомобилем и ячейкой где он должен храниться. Производится видеодемонстрация функционирования всех подсистем ПАК, функционирование ПАК в цикле из испытаний с выполнением всех основных функций (загрузка, выгрузка, сохранение данных в файл), а также наличия/отсутствия сбоев при работе ПАК.
- На проведение каждого испытания дается неограниченное число попыток. Видео работающей системы снимается по каждому этапу испытаний отдельно с обязательным подтверждением фамилий и имен участников, названия конкурса, а также процедур генерации случайных чисел согласно технического задания. На видео могут содержаться подтверждение проведенных этапов испытания при наличии незначительных сбоев в работе ПАК. Для заочной оценки участники предоставляют по одному наиболее успешному видео пройденных этапов испытания (видео разных попыток одного испытания прикладывать в отчет не нужно).

#### **4. Рекомендованные материалы для выполнения.**

Микроконтроллеры (Arduino, Raspberry и пр.), модули для обеспечения беспроводной передачи данных, резисторы, конденсаторы, батарейки, серводвигатели, монтажная плата (breadboard), коннекторы, маленькая монтажная плата для распайки, болты, леска, нить, веревка, конструкционные материалы и заготовки для изготовления деталей (фанера, оргстекло, опорные стенки, кронштейны, фланцы, направляющие и пр.), плата расширения (шилд) с драйвером моторов. Для прототипирования рекомендуется использовать 3D принтер.

#### **5. Требования к результатам решения кейсового задания**

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.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.**  
**Командный кейс №5 "Модель автоматической парковки"**

---

- 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 описывавшие все аспекты кинематического движения, реализующегося во время функционирования устройства.
- h. Разработанные 3D-модели в форматах .obj, .stl или .step, скриншоты разработанных 3D-моделей (как системы в целом, так 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 изображений электрической принципиальной схемы, монтажной схемы, топологии собственной разработанной 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.). Любые архивы с загруженными исходными кодами (.zip, .rar и т.п.) загружать в другие хранилища данных запрещается.
- l. Фотографии разработанного устройства и его составных частей. Также располагается в репозитории проекта в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)
- m. Видеоролики, (минимум 3 шт.) демонстрирующие функционирование разработанного устройства в соответствии с регламентом испытаний. На видео необходимо продемонстрировать прохождение каждого, описанного в регламенте, испытаний в соответствии с условиями. При необходимости испытательный полигон подготавливается самостоятельно по предложенной к условию задачи схеме (при его

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.**  
**Командный кейс №5 "Модель автоматической парковки"**

---

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 на стороннем видеохостинге (ВКонтакте, Rutube и др.), ссылка на видеоролик располагается в репозитории в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.). Весь порядок испытаний от подготовки к испытаниям до завершения последнего этапа должен быть записан на видео одним дублем без склейки и монтажа. В течение всего видео в кадре должны быть разработанные командой устройства и как минимум один из участников команды, выполняющий все операции с устройствами. Вход и выход участников, передача инструмента, деталей и других вещей из кадра недопустимо. Допускается использование второй камеры для более детализированной демонстрации ключевых моментов. Видео должно быть со звуком и комментариями участников команды относительно проведения испытаний. На видеозаписи должно быть хорошо различимы все элементы, влияющие на оценивание результативности: размер устройства/устройств, инициализация устройства/устройств, результат действий устройства/устройств согласно испытаниям. В случае, если эксперты не смогут по видеозаписи однозначно понять результат выполнения задания, принимается решение не в пользу участника.

- п. Заключение, результаты работы, анализ функционирования разработанного устройства, предложения по возможному улучшению устройства.
- о. Список литературных источников.

## **6. Требования к оформлению документации**

Отчет о результатах решения кейсового задания должен быть представлен в виде документа в формате .pdf. Запрещается представление отчета и документации в виде ссылки на удаленное хранилище (Яндекс.Диск, Google Drive, github и т.п.).

К оформлению документации предъявляются следующие требования:

1. Поля документа: Левое – 3,0 см., правое – 1,5 см., верхнее и нижнее – 2,0 см.
2. Основной текст:
  - a. Шрифт - Times New Roman, 14 пт. одинаковый по всему тексту, цвет - черный.
  - b. Выравнивание - по ширине.
  - c. Межстрочный интервал - 1.5.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.**  
**Командный кейс №5 "Модель автоматической парковки"**

---

- d. Абзацный отступ - 1.25 см.
  - e. Отступы слева/справа - 0 см.
  - f. Интервал перед/после абзаца – 0 см.
  - g. Полуужирный шрифт не используют (используют только для заголовков разделов и подразделов, заголовков структурных элементов).
  - h. Курсивный шрифт не применяют, за исключением обозначения объектов, написания терминов и иных объектов и терминов на латыни.
3. Нумерация страниц:
- a. Страницы документации нумеруются арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту.
  - b. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки.
  - c. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц, но номер на нем не проставляют.
4. Заголовки:
- a. Шрифт - Times New Roman, полуужирный шрифт.
  - b. Не более 3-х уровней заголовков.
  - c. Абзацный отступ - 1.25 см.
  - d. Отступы слева/справа - 0 см.
  - e. Выравнивание – по ширине.
  - f. Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая.
5. Таблицы:
- a. Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Таблицы применяют для наглядности и удобства сравнения показателей.
  - b. Таблицы должны иметь названия и порядковую нумерацию. Нумерация таблиц должна быть сквозной для всего текста отчета.
  - c. В тексте работы должны быть обязательно ссылки на таблицы. При ссылке следует печатать слово "таблица" с указанием ее номера, например, в таблице 1 сравниваются.... Не допускается сокращение - Табл.5.
  - d. Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.
  - e. Наименование следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в следующем формате: Таблица Номер таблицы
  - f. Наименование таблицы. Наименование таблицы приводят с прописной буквы без точки в конце.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.**  
**Командный кейс №5 "Модель автоматической парковки"**

---

- g. Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте отчета.
6. Изображения:
- a. Изображения (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в отчете непосредственно после текста отчета, где они упоминаются впервые, или на следующей странице (по возможности ближе к соответствующим частям текста отчета).
  - b. Изображения должны иметь названия и порядковую нумерацию. Нумерация рисунков должна быть сквозной для всего текста отчета. Наименование рисунка приводят с прописной буквы без точки в конце.
  - c. В тексте работы должны быть обязательно ссылки на рисунки (например, рис. 3). При ссылке необходимо писать слово "рисунок" и его номер, например: "в соответствии с рисунком 2" и т.д. Не допускается сокращение типа Рис.5.
  - d. Порядковый номер рисунка и его название помещают под рисунком после пояснительных данных, посередине строки.
  - e. При построении графиков по осям координат вводятся соответствующие показатели, буквенные обозначения которых выносятся на концы координатных осей, фиксируемые стрелками. При необходимости вдоль координатных осей делаются поясняющие надписи.
7. Перечисления:
- a. Перечисления формируются при помощи списков с использованием маркеров, букв или арабских цифр.
  - b. Простые перечисления отделяются запятой, сложные – точкой с запятой.
  - c. Перечисления приводятся с абзацного отступа 1,25 пт., без отступов слева и выступов справа в столбик.
8. Список использованных источников:
- a. Список использованных источников должен включать библиографические записи на документы, использованные при составлении отчета.
  - b. Сведения об использованных источниках необходимо располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте отчета.
  - c. Нумерация источников арабскими цифрами с точкой.
  - d. Наличие абзацного отступа у записей источников.
  - e. Каждая библиографическая ссылка заканчивается точкой.
  - f. Ссылки на источники оформляют арабскими цифрами в квадратных скобках [1], [2]-[5] в тексте отчета.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.**  
**Командный кейс №5 "Модель автоматической парковки"**

---

9. Приложения:

- a. В приложения рекомендуется включать материалы, дополняющие текст отчета, если они не могут быть включены в основную часть.
- b. Приложения могут включать: графический материал, таблицы, расчеты, описания алгоритмов и программ.
- c. В тексте отчета на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте отчета.
- d. Каждое приложение следует размещать с новой страницы с указанием в центре верхней части страницы слова ПРИЛОЖЕНИЕ.
- e. Приложение должно иметь заголовок, который записывают с прописной буквы, полужирным шрифтом, отдельной строкой по центру без точки в конце.
- f. Все приложения должны быть перечислены в содержании отчета с указанием их обозначений, статуса и наименования.
- g. Таблицы, рисунки и формулы каждого приложения обозначаются отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

К оформлению структуры репозитория (github, gitlab) предъявляются следующие требования:

1. Наличие папки “Программный код”. Код разработанного программного обеспечения располагается в этой и только этой папке. Блок-схема алгоритма разработанного ПО в данной папке не располагаются.
2. Наличие папки “3D-модели”. Разработанные 3D-модели в форматах .obj, .stl или .step располагаются в этой и только в этой папке. Чертежи в данной папке не располагаются.
3. Наличие папки “Видеоролик”. В этой папке располагается ссылка на видеоролик, расположенный на стороннем видеохостинге, демонстрирующий функционирование разработанного устройства в соответствии с регламентом испытаний.
4. Остальные элементы результатов выполнения кейсового задания располагаются непосредственно в отчетной документации в соответствии с требованиями из разделов 6 и 7.

## **7. Процедуры (этапы) решения**

1. Анализ кейсового задания, формирование требований и ограничений к разрабатываемому устройству.
2. Анализ предметной области и инструментов для решения задачи.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.**  
**Командный кейс №5 "Модель автоматической парковки"**

---

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.

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

1. Предметные (физика, информатика, математика).
2. Знание логики программирования на языках C-диалекта и навык разработки программного обеспечения.
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.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.**  
**Командный кейс №5 "Модель автоматической парковки"**

---

**9. 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 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>

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

### Командный кейс №6 "Система управления доступом на закрытую территорию"

---

#### 1. Формулировка задачи (условия)

В современном мире достаточно часто нужно ограничивать движение машин в определённых зонах: будь то платная или бесплатная парковка, придомовая территория, предприятие или садовый кооператив. Чтобы контролировать въезд и организовать выделенные парковочные места, используют шлагбаумы, ворота и барьеры. Как оказалось, технология радиочастотной идентификации пользователя RFID достаточно успешно справляется с подобной задачей и легко справляется с управлением доступом как на платные, так и на бесплатные парковки.

Автомобилист, имеющий закодированную RFID метку для доступа на определенную закрытую территорию, подъезжая к оснащённому RFID считывателем КПП, не выходит из ТС, а прикладывает через водительское окно метку к считывателю. В автоматическом режиме система определяет уникальный код метки и открывает раздвижные ворота.

В рамках данного кейса участникам предлагается разработать и изготовить систему управления доступом на закрытую территорию (далее программно-аппаратный комплекс или ПАК) через RFID-метки с обновляемой базой данных пользователей на головном пункте управления. Система сверяет не только уникальный код метки с наличием его в базе данных, но и возможность ограничения нахождения на территории по времени.

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

Главной задачей является разработка программно-аппаратного комплекса (ПАК), способного в автоматическом режиме сканировать уникальный код RFID метки, сверять код с базой данных и разрешать или запрещать доступ к территории путем открытия или закрытия раздвижных ворот.

Предлагается разработать устройство любого конструктивного исполнения, со следующими требованиями:

- При разработке могут использоваться как готовые аппаратные модули (ESP-WROOM-32 DevKit v1, ESP8266, Arduino Uno/Nano или иные отладочные платы Arduino), микрокомпьютер Raspberry Pi, RFID-считыватель RC522, RFID-метки или иные карточки/брелоки с RFID-технологией, LCD-дисплей (возможно использование с модулем I2C) либо OLED-дисплей.
- Для реализации проверки ограничения по времени может быть использован один из вариантов:
  - модуль реального времени DS3231 или иные, подключаемый к выбранному микроконтроллеру;
  - модуль «Time» для работы со временем в Python на микрокомпьютере Raspberry Pi.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

### Командный кейс №6 "Система управления доступом на закрытую территорию"

- Конструкция ПАК должна быть стационарной (без использования мобильных мехатронных платформ) и обеспечивать устойчивость на ровной поверхности при работе.
  - При создании конструкции ПАК допускается использование деталей, изготовленных только при помощи 3D-печати. Размер створки ворот (рис. 1) должен быть не менее 50 см в ширину и 30 см в высоту. Допускается использование утяжеляющих элементов в основании стойки ворот, вмонтированных в 3D-деталь. Все шестеренки и их направляющие также должны быть реализованы с помощью 3D-печати. Использование верхней перекладины между стойками ворот для крепления створки ворот не допустимо.
  - В системе створки ворот должна быть установлена поворотная калитка с соленоидом. Размер калитки не менее 15 см в ширину и 20 см в высоту. Поворотный механизм реализуется с помощью 3D-печати. На калитку закрепляется сервопривод для управления открытием и закрытием. С левой стороны от калитки на створке ворот устанавливается клавиатура для ввода пин-кода, разрешающая доступ через калитку. В системе калитки должен быть предусмотрен датчик, установленный на створке ворот, анализирующий перемещение объекта (имитирующего прохождение человеком через калитку) и датчик замыкания калитки, который даст сигнал на закрытие калитки соленоидом.
- Для выполнения автоматического доступа на закрытую территорию необходимо использовать RFID-считыватель для чтения меток пользователей, подключенный к микроконтроллеру семейства ESP или Arduino, расположенный в системе ПАК на отдельной стойке, изготовленной с помощью 3D-печати с левой стороны по направлению движения. На микрокомпьютере Raspberry Pi создается редактируемая база данных (БД) в формате .xls/.xlsx. Данные меток с микроконтроллера передаются на микрокомпьютер и сравниваются, разрешая или запрещая доступ на закрытую территорию. К микроконтроллеру также подключен сервопривод, шаговый двигатель или двигатель постоянного тока для открытия или закрытия заградительного для проезда элемента. ПАК реализуется с применением технологий 3D-моделирования и 3D-печати.
- ПАК должен выполнять функции считывания меток; сравнения полученных данных с меток с БД; разрешение или запрет проезда на закрытую территорию.
- Разрабатываемый ПАК должен состоять из следующих подсистем:
  - подсистема распознавания меток (PM) и передачи данных о метках на микрокомпьютер;

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

### Командный кейс №6 "Система управления доступом на закрытую территорию"

---

- подсистема пункта управления (ПУ) для приема данных о метках с микроконтроллера и принятия решения о запрете доступа или разрешении с последующей передачей команды;
- подсистема разрешения или запрета доступа (РЗД).
- Подсистема РМ основана на считывании RFID-меток, прикладываемых к RFID-считывателю и при реализации должна учитывать следующие требования:
  - Для реализации подсистемы используется микроконтроллер семейства ESP или Arduino с подключенным к нему RFID-считывателем;
  - Для распознавания должны быть приложены как минимум 3 карточки пользователя, первая – записанная в БД с доступом на закрытую территорию, вторая – не записанная в БД, т.е. без доступа на закрытую территорию и третья - находящаяся в БД метка, но с истекшим доступом на закрытую территорию.
  - Время распознавания не должно превышать 5 секунд;
  - Должны быть исключены ложные считывания одной приложенной карты, т.е. одна приложенная карта считывается всего один раз при поднесении;
  - При считывании карты выполняется получение только её уникального кода UID;
  - Полученный уникальный код UID передается на микрокомпьютер через COM-порт;
  - На период проверки уникального кода UID на микрокомпьютере на экране должно высвечиваться сообщение об ожидании;
  - Должны быть исключены ошибки в распознавании уникального кода, а также повторные распознавания уже допущенных на закрытую территорию меток.
- К подсистеме ПУ для приема данных о метках с микроконтроллера и принятия решения о запрете доступа или разрешении с последующей передачей команды предъявляются следующие требования:
  - Подсистема представляет собой микрокомпьютер Raspberry Pi с подключенным через COM-порт микроконтроллером подсистемы РМ;
  - На микрокомпьютере хранится БД пользователей с разрешением на проезд в закрытую территорию в формате .xls/.xlsx;
  - Для записи данных в Excel-таблицу с помощью Python допускается использование библиотеки «pandas» в сочетании с «openpyxl» или «xlsxwriter»;
  - Таблица должна содержать следующие данные: Фамилия ИО, UID номер карточки, срок окончания доступа по карте;
  - После получения UID кода карточки пользователя производится сравнение кода с кодами пользователей из БД и проверка срока окончания доступа по карте. В случае как

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

### Командный кейс №6 “Система управления доступом на закрытую территорию”

положительного, так и отрицательного результата по СОМ-порту передается команда на микроконтроллер подсистемы РЗД.

- Подсистема РЗД состоит из микроконтроллера, входящего в состав подсистемы РМ и сервопривода, шагового двигателя или двигателя постоянного тока для открывания или закрывания заградительного элемента для проезда и должна удовлетворять следующим требованиям:
  - Подсистема должна принимать команду от микрокомпьютера подсистемы ПУ и на основе команды выполнять перевод устройства в разрешающее положение для проезда или оставаться в запрещающем положении;
  - Под разрешающим положением принято понимать полное открытие откатных ворот на заранее подготовленной платформе. В закрытом положении ворота должны быть спроектированы в подвешенном состоянии, то есть движение ворот осуществляется за закрытой части системы с использованием сервоприводов, шестерней и утяжелителей для поддержания горизонтального положения ворот относительно земли. Пример на рисунке 1.
  - В закрытом состоянии ворота фиксируются на опоре, установленной на противоположной стороне.

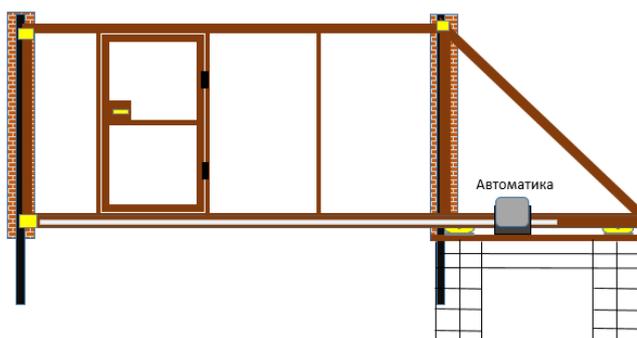


Рисунок 1. Пример реализации откатных ворот

- В режиме запрета на проезд принимать полностью закрытое положение ворот, в режиме разрешения на проезд – полностью открытое;
- При получении команды от микрокомпьютера на дисплей выводится информация о разрешении или запрете на проезд.
- Время перехода из запрещающего в разрешающее положение должно составлять от 15 до 30 секунд;

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

### Командный кейс №6 "Система управления доступом на закрытую территорию"

- По завершении проезда, отслеживаемое одним из удобных для использования датчиков (световой, инфракрасный, различные виды датчиков расстояния и т.д.), устройство переходит в режим запрета на проезд автоматически;
- При появлении объекта до момента полного закрытия устройство останавливается до пропадания этого объекта.
- Специальных требований к питанию ПАК и его подсистем не предъявляется.
- Исключается подключение ПАК или его подсистем к персональному компьютеру, за исключением демонстрации испытания №3. ПАК должен работать полностью автономно (пользователь может осуществлять только включение и выключение ПАК, а также аварийную остановку).
- Разработанный ПАК должен иметь 3D-модели для сборки и работоспособности подсистем РМ, ПУ и РЗД и удовлетворять следующим условиям:
  - Микроконтроллер и микрокомпьютер должны быть надежно зафиксированы на корпусе с предусмотренными посадочными местами. При наличии у микроконтроллера и/или у микрокомпьютера монтажных отверстий под винты фиксации в 3D-модели должна быть реализована нарезка резьбы соответствующего монтажному отверстию диаметра (такое соединение должно быть хотя бы для одного из элементов системы). Диаметр резьбы, шаг основной резьбы и диаметр отверстия приведены в таблице 1:

Диаметр резьбы	Шаг основной резьбы, мм / Диаметр отверстия под резьбу, мм
М 1	0.25 / 0.75
М 1.2	0.25 / 0.95
М 1.4	0.3 / 0.9
М 1.6	0.35 / 1.2
М 1.8	0.35 / 1.5
М 2	0.4 / 1.6
М 2.2	0.45 / 1.75
М 2.5	0.45 / 2.05
М 3	0.5 / 2.5
М 3.5	0.6 / 2.9
М 4	0.7 / 3.3
М 4.5	0.7 / 3.8
М 5	0.8 / 4.2

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.**

**Командный кейс №6 "Система управления доступом на закрытую территорию"**

М 6	1 / 5
М 7	1 / 6
М 8	1.25 / 6.7

- Общий размер системы не должен превышать габаритов 150x50x50см (ДxШxВ);
- Разработанный корпус для подсистем должен быть устойчив на ровной поверхности, провода скрыты, допустимы открытые провода для подключения к внешнему источнику питания и персональному компьютеру;
- Корпус подсистемы может состоять из нескольких деталей, соединенных между собой;
- На чертежах моделей должны быть нанесены все размеры.

### **3. Порядок испытаний устройства**

Весь порядок испытаний от подготовки к испытаниям до завершения последнего этапа должен быть записан на видео одним дублем без склейки и монтажа. В течение всего видео в кадре должны быть разработанные командой устройства и как минимум один из участников команды, выполняющий все операции с устройствами. Вход и выход участников, передача инструмента, деталей и других вещей из кадра недопустимы. Допускается использование второй камеры для более детализированной демонстрации ключевых моментов. Видео должно быть со звуком и комментариями участников команды относительно проведения испытаний. На видеозаписи должно быть хорошо различимы все элементы, влияющие на оценивание результативности: размер устройства/устройств, инициализация устройства/устройств, результат действий устройства/устройств согласно испытаниям. В случае, если эксперты не смогут по видеозаписи однозначно понять результат выполнения задания, принимается решение не в пользу участника.

Работоспособность устройства проверяется в процессе **4-х испытаний**:

- Участники размещают в зоне обзора камеры разработанную систему ПАК, RFID-метки и объекты, которые будут выполнять имитацию проезда на закрытую территорию для демонстрации работы.
- Подключают систему ПАК к внешнему источнику питания. Заградительный элемент должен находиться в закрытом положении. Демонстрируют сообщение на дисплее системе о том, что система работает и готова к считыванию карты. Допустим вывод сообщения для имитации реальной модели (например, «Добро пожаловать»). Для демонстрации испытания № 3 участники могут использовать персональный компьютер.
- Испытание № 1:

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

### Командный кейс №6 "Система управления доступом на закрытую территорию"

---

- Участник вводит пин-код на клавиатуре, расположенной с левой стороны от калитки на створке ворот. При корректно введенном пин-коде соленоид размыкается, сервопривод открывает калитку и разрешает доступ на территорию, параллельно подавая разрешающий звуковой сигнал. После перемещения объекта, имитирующего прохождение человеком через калитку, калитка автоматически закрывается и соленоид замыкает калитку. При некорректно введенном пин-коде калитка и соленоид остаются в закрытом положении, сервопривод не открывает калитку и подается звуковой сигнал, информирующий о некорректно введенном пин-коде.
- Испытание № 2:
  - Участник подносит первую карточку, которая не внесена в БД подсистемы ПУ. На дисплее системы ПАК отображается сообщение о запрете доступа на закрытую территорию. И переходит обратно в режим готовности к считыванию следующей RFID-метки.
- Испытание № 3:
  - Участник подносит вторую карточку, которая внесена в БД подсистемы ПУ и ее срок действия не истек. На дисплее отображается сообщение о разрешении доступа на проезд. Заградительный элемент системы ПАК переходит в открытое положение путем сдвига ворот в установленную область, разрешая проезд. Через систему ПАК перемещается один объект, имитирующий проезд на закрытую территорию. После перемещения объекта через систему ПАК заградительный элемент системы ПАК переходит в горизонтальное положение. При этом, при открытии или закрытии ворот должен мигать предупреждающий сигнал, оповещая пользователя о рабочем состоянии ворот.
- Испытание № 4:
  - Участник подносит третью карточку, изначально срок окончания ее действия в БД подсистемы ПУ должен превышать дату проведения испытания, к RFID-считывателю и повторяет испытание №2. Участник изменяет срок окончания действия карточки в БД подсистемы ПУ на дату до проведения испытаний. Повторно подносит метку к RFID-считывателю. На дисплее системы ПАК появляется соответствующее сообщение об окончании срока доступа на территорию. И переходит в режим готовности к считыванию следующей RFID-метки.
- Испытание № 5:
  - Участник подносит повторно карточку испытания № 2, которая внесена в БД подсистемы ПУ и ее срок действия не истек. На дисплее отображается сообщение о

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

### **Командный кейс №6 "Система управления доступом на закрытую территорию"**

разрешении доступа на проезд. Заградительный элемент системы ПАК переходит в открытое положение, разрешая проезд. Через систему ПАК перемещается по очереди два объекта, имитирующих проезд на закрытую территорию. После проезда первого объекта заградительный элемент системы ПАК выполняет переход в закрытое положение, следующий за ним объект выполняет имитацию проезда до полного перехода заградительного элемента в закрытое положение. В момент появления второго объекта в зоне видимости системы ПАК заградительный элемент мгновенно приостанавливает переход в закрытое положение до выхода объекта из зоны видимости ПАК.

- На проведение каждого испытания дается неограниченное число попыток. Видео работающей системы должно быть снято одним дублем (без склеек и монтажа) со всеми этапами испытаний сразу с обязательным упоминанием в начале видео фамилий и имен участников, названия конкурса. На видео могут содержаться подтверждение проведенных этапов испытания при наличии незначительных сбоев в работе ПАК. Для заочной оценки участники предоставляют одно наиболее успешное видео пройденных этапов испытания (видео разных попыток прикладывать в отчет не нужно).

#### **4. Рекомендованные материалы для выполнения.**

Микроконтроллеры (Arduino, ESP и пр.), микрокомпьютер Raspberry Pi, RFID-модуль, резисторы, конденсаторы, батарейки, серводвигатели, плата расширения (шилд) с драйвером моторов, двигатели постоянного тока, шаговые двигатели, датчики линии, инфракрасные датчики, пирозлектрический датчик, ультразвуковой датчик, лазерный датчик, лазер, фоторезистор, фотодиод, светодиод, модуль реального времени, монтажная плата (breadboard), соленоиды, клавиатуры, концевики, коннекторы, маленькая монтажная плата для распайки, болты, леска, нить, веревка, пластик для 3D принтера, 3D принтер.

#### **5. Требования к результатам решения кейсового задания**

Документация в обязательном порядке должна включать в себя:

- а. Титульный лист (школа, авторы, название кейса, название команды, руководитель).
- б. Цель и задачи работы.
- в. Описание команды, распределение ролей, функций и обязанностей каждого участника команды.
- д. Общее описание функций разработанного решения (теоретическое описание функций, которое реализует разработанное устройство).

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

### Командный кейс №6 "Система управления доступом на закрытую территорию"

---

- 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)
  - iii. Диаграмма последовательности (sequence diagram)
  - iv. Диаграмма компонентов (component diagram)
- g. Описание кинематической системы должно включать общее описание и состав элементов, их взаимодействие и последовательность работы, указание основных параметров и характеристик, а также описание типов и направлений движения. Взаимодействие между элементами следует описать с акцентом на передачу движения и функций каждого компонента. Кинематическая схема должна визуальнo представить все элементы и их связи, включая направления движений, обеспечивая наглядное понимание работы системы через схемы или чертежи с четкими подписями и обозначениями.
- h. Разработанные 3D-модели в формате .stl, скриншоты разработанных 3D-моделей (как системы в целом, таким и отдельный 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 изображений электрической принципиальной схемы, монтажной схемы, топологии собственной разработанной 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.). Любые архивы с загруженными исходными кодам (.zip, .rar и т.п.) загружать в другие хранилища данных запрещается.
- l. Фотографии разработанного устройства и его составных частей. Также располагается в репозитории проекта в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)
- m. Видеоролик, (минимум 1 шт.) демонстрирующий функционирование разработанного устройства в соответствии с регламентом испытаний. На видео необходимо

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

### **Командный кейс №6 "Система управления доступом на закрытую территорию"**

продемонстрировать прохождение каждого, описанного в регламенте, испытаний в соответствии с условиями. 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 на стороннем видеохостинге (ВКонтакте, Rutube и др.), ссылка на видеоролик располагается в репозитории в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.). Весь порядок испытаний от подготовки к испытаниям до завершения последнего этапа должен быть записан на видео одним дублем без склейки и монтажа. В течение всего видео в кадре должны быть разработанные командой устройства и как минимум один из участников команды, выполняющий все операции с устройствами. Вход и выход участников, передача инструмента, деталей и других вещей из кадра недопустимо. Допускается использование второй камеры для более детализированной демонстрации ключевых моментов. Видео должно быть со звуком и комментариями участников команды относительно проведения испытаний. На видеозаписи должно быть хорошо различимы все элементы, влияющие на оценивание результативности: размер устройства/устройств, инициализация устройства/устройств, результат действий устройства/устройств согласно испытаниям. В случае, если эксперты не смогут по видеозаписи однозначно понять результат выполнения задания, принимается решение не в пользу участника.

- п. Заключение, результаты работы, анализ функционирования разработанного устройства, предложения по возможному улучшению устройства.
- о. Список литературных источников.

## **6. Требования к оформлению документации**

Отчет о результатах решения кейсового задания должен быть представлен в виде документа в формате .pdf. Запрещается представление отчета и документации в виде ссылки на удаленное хранилище (Яндекс.Диск, Google Drive, github и т.п.).

К оформлению документации предъявляются следующие требования:

1. Поля документа: Левое – 3,0 см., правое – 1,5 см., верхнее и нижнее – 2,0 см.
2. Основной текст:
  - a. Шрифт - Times New Roman, 14 пт. одинаковый по всему тексту, цвет - черный.
  - b. Выравнивание - по ширине.
  - c. Межстрочный интервал - 1.5.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

### Командный кейс №6 "Система управления доступом на закрытую территорию"

---

- d. Абзацный отступ - 1.25 см.
  - e. Отступы слева/справа - 0 см.
  - f. Интервал перед/после абзаца – 0 см.
  - g. Полужирный шрифт не используют (используют только для заголовков разделов и подразделов, заголовков структурных элементов).
  - h. Курсивный шрифт не применяют, за исключением обозначения объектов, написания терминов и иных объектов и терминов на латыни.
3. Нумерация страниц:
- a. Страницы документации нумеруются арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту.
  - b. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки.
  - c. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц, но номер на нем не проставляют.
4. Заголовки:
- a. Шрифт - Times New Roman, полужирный шрифт.
  - b. Не более 3-х уровней заголовков.
  - c. Абзацный отступ - 1.25 см.
  - d. Отступы слева/справа - 0 см.
  - e. Выравнивание – по ширине.
  - f. Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая.
5. Таблицы:
- a. Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Таблицы применяют для наглядности и удобства сравнения показателей.
  - b. Таблицы должны иметь названия и порядковую нумерацию. Нумерация таблиц должна быть сквозной для всего текста отчета.
  - c. В тексте работы должны быть обязательно ссылки на таблицы. При ссылке следует печатать слово "таблица" с указанием ее номера, например, в таблице 1 сравниваются.... Не допускается сокращение - Табл.5.
  - d. Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.
  - e. Наименование следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в следующем формате: Таблица Номер таблицы
  - f. Наименование таблицы. Наименование таблицы приводят с прописной буквы без точки в конце.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль "Инженерия".

### Командный кейс №6 "Система управления доступом на закрытую территорию"

---

- g. Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте отчета.
6. Изображения:
- a. Изображения (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в отчете непосредственно после текста отчета, где они упоминаются впервые, или на следующей странице (по возможности ближе к соответствующим частям текста отчета).
  - b. Изображения должны иметь названия и порядковую нумерацию. Нумерация рисунков должна быть сквозной для всего текста отчета. Наименование рисунка приводят с прописной буквы без точки в конце.
  - c. В тексте работы должны быть обязательно ссылки на рисунки (например, рис. 3). При ссылке необходимо писать слово "рисунок" и его номер, например: "в соответствии с рисунком 2" и т.д. Не допускается сокращение типа Рис.5.
  - d. Порядковый номер рисунка и его название помещают под рисунком после пояснительных данных, посередине строки.
  - e. При построении графиков по осям координат вводятся соответствующие показатели, буквенные обозначения которых выносятся на концы координатных осей, фиксируемые стрелками. При необходимости вдоль координатных осей делаются поясняющие надписи.
7. Перечисления:
- a. Перечисления формируются при помощи списков с использованием маркеров, букв или арабских цифр.
  - b. Простые перечисления отделяются запятой, сложные – точкой с запятой.
  - c. Перечисления приводятся с абзацного отступа 1,25 пт., без отступов слева и выступов справа в столбик.
8. Список использованных источников:
- a. Список использованных источников должен включать библиографические записи на документы, использованные при составлении отчета.
  - b. Сведения об использованных источниках необходимо располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте отчета.
  - c. Нумерация источников арабскими цифрами с точкой.
  - d. Наличие абзацного отступа у записей источников.
  - e. Каждая библиографическая ссылка заканчивается точкой.
  - f. Ссылки на источники оформляют арабскими цифрами в квадратных скобках [1], [2]-[5] в тексте отчета.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

### Командный кейс №6 “Система управления доступом на закрытую территорию”

---

#### 9. Приложения:

- a. В приложения рекомендуется включать материалы, дополняющие текст отчета, если они не могут быть включены в основную часть.
- b. Приложения могут включать: графический материал, таблицы, расчеты, описания алгоритмов и программ.
- c. В тексте отчета на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте отчета.
- d. Каждое приложение следует размещать с новой страницы с указанием в центре верхней части страницы слова ПРИЛОЖЕНИЕ.
- e. Приложение должно иметь заголовок, который записывают с прописной буквы, полужирным шрифтом, отдельной строкой по центру без точки в конце.
- f. Все приложения должны быть перечислены в содержании отчета с указанием их обозначений, статуса и наименования.
- g. Таблицы, рисунки и формулы каждого приложения обозначаются отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

К оформлению структуры репозитория (github, gitlab) предъявляются следующие требования:

1. Наличие папки “Программный код”. Код разработанного программного обеспечения располагается в этой и только этой папке. Блок-схема алгоритма разработанного ПО в данной папке не располагаются.
2. Наличие папки “3D-модели”. Разработанные 3D-модели в форматах .stl или .step располагаются в этой и только в этой папке. Чертежи в данной папке не располагаются.
3. Наличие папки “Видеоролик”. В этой папке располагается ссылка на видеоролик, расположенный на стороннем видеохостинге, демонстрирующий функционирование разработанного устройства в соответствии с регламентом испытаний.
4. Остальные элементы результатов выполнения кейсового задания располагаются непосредственно в отчетной документации в соответствии с требованиями из разделов 6 и 7.

## 7. Процедуры (этапы) решения

1. Анализ кейсового задания, формирование требований и ограничений к разрабатываемому устройству.
2. Анализ предметной области и инструментов для решения задачи.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.**

**Командный кейс №6 "Система управления доступом на закрытую территорию"**

---

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.

**8. Требуемые знания для решения задачи**

1. Предметные (физика, информатика, математика).
2. Знание логики программирования на языках C-диалекта и Python и навык разработки программного обеспечения.
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.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

### Командный кейс №6 "Система управления доступом на закрытую территорию"

#### 9. 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>
- EasyEDA - кросс-платформенная веб-ориентированная среда автоматизации проектирования электроники включающая в себя редактор принципиальных схем, редактор топологии печатных плат, SPICE-симулятор. URL: <https://easyeda.com/ru>
- EasyEDA Учебное пособие. URL: [https://image.easyeda.com/files/EasyEDA-Tutorials\\_v6.4.3.ru.pdf](https://image.easyeda.com/files/EasyEDA-Tutorials_v6.4.3.ru.pdf)
- KiCad — свободный кроссплатформенный программный комплекс класса EDA с открытым исходным кодом, предназначенный для разработки электрических схем и печатных плат. URL: <https://www.kicad.org/>
- Моделирование на UML. URL: <http://book.uml3.ru/>
- Getting Started in KiCad. URL: [https://docs.kicad.org/7.0/en/getting\\_started\\_in\\_kicad/getting\\_started\\_in\\_kicad.pdf](https://docs.kicad.org/7.0/en/getting_started_in_kicad/getting_started_in_kicad.pdf)
- Язык Си и особенности работы с ним: Учебное пособие / Н.И. Костюкова, Н.А., Калинина. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 207 с.
- Керниган Б., Ритчи Д. Язык программирования С. : Пер. с англ. —М.: Издательский дом "Вильямс", 2009. — 304 с.
- Саймон Монк Мейкерство. Arduino и Raspberry Pi. Управление движением, светом и звуком: Пер. с англ. - СПб.: БХВ-Петербург, 2017. - 336 с.: ил.
- Саймон Монк Програмируем 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)
- 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/>
- КОМПАС-3D – это российская система трехмерного проектирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий и сотен тысяч профессиональных пользователей. URL: <https://kompas.ru/solutions/education/>
- 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>
- Документация по GitHub. URL: <https://docs.github.com/ru/get-started/quickstart/hello-world>

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

### Командный кейс №7 "Система защиты ворот шлюза от навала судна"

---

#### 1. Формулировка задачи (условия)

Спроектируйте и реализуйте конструкцию роботизированной системы защиты распашных ворот нижнего бьефа шлюза от навала судна.<sup>1</sup>

Для выполнения задачи необходимо спроектировать и изготовить макет шлюза (с открывающимися воротами нижнего бьефа), движущийся макет судна для шлюза, спроектировать и изготовить систему удержания судна от навала на ворота шлюза, проверить ее работу в действии. Материал и конструкция устройства на усмотрение участников.

В процессе демонстрации задания оцениваются следующие функции системы:

- Аккуратность и эстетика выполненного макета шлюза
- Аккуратность и эстетика выполненной модели судна
- Работоспособность открытия/закрытия ворот шлюза, с учетом безопасной масштабной скорости раскрытия створок не выше 10°/с; подачи сигнала на движение судну
- Работоспособность автоматического движения судна (вперед-назад) по сигналу шлюза с учетом безопасной масштабной скорости<sup>2</sup> движения судна не выше 2 м/с.
- Работоспособность защиты ворот (постановка/снятие бона); время установки / снятия бона, с учетом безопасной масштабной скорости движения бона не выше 1 м/с.

Условия задачи не накладывают ограничение на кинематическую схему подвижных частей, а также их размер. При оценке учитывается простота решений (минимальное количество подвижных элементов и приводов), их надежность.

Пример работы шлюза приведен по ссылке: <https://cloud.mail.ru/public/SeAQ/LzBWwQPvN>

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

Для обеспечения демонстрации, необходима стенд:

- 1) Верхний бьеф и погружные ворота шлюза не имитируется, поэтому макет шлюза состоит из двух частей: из камеры шлюза с воротами и нижнего бьефа. Размеры макета до 2000 x 1000 мм (можно изменять в строгом соответствии с выбранным масштабом, масштаб не может быть мельче, чем 1:350 во избежание влияния эффектов поверхностного натяжения жидкости), включающий:

---

<sup>1</sup> Навал (наезд на ворота шлюза) судном возможен при заходе судна в шлюз с верхнего бьефа, при ударе в дальние створки ворот, которые держат всю массу воды в шлюзе

<sup>2</sup> Масштабная скорость рассчитывается так: заданная скорость делится на масштаб макета

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

### Командный кейс №7 "Система защиты ворот шлюза от навала судна"

- камеру шлюза со светофором (красный/зеленый);
  - нижний бьеф шлюза (часть канала за камерой шлюза куда после шлюзования выходит судно);
  - т.к. камера и нижний бьеф наполняется водой, они должны быть выполнены герметичными, со сливом; наполнение водой перед началом демонстрации допускается вручную.
  - распашные ворота нижнего шлюза, которые должны полностью открываться и закрываться; распашные ворота шлюза должны иметь электропривод от ручного выключателя или от датчика уровня воды. Вдоль одной из сторон камеры должна быть размещена масштабная сетка с шагом 1 см, которую надо показать при съемке демонстрации.
- 2) Макет судна должен быть изготовлен в масштабе шлюза, с возможностью движения вперед и назад посредством гребного винта по специальному сигналу, подаваемому автоматической системой. Запрещено использовать готовый (покупной) корпус.

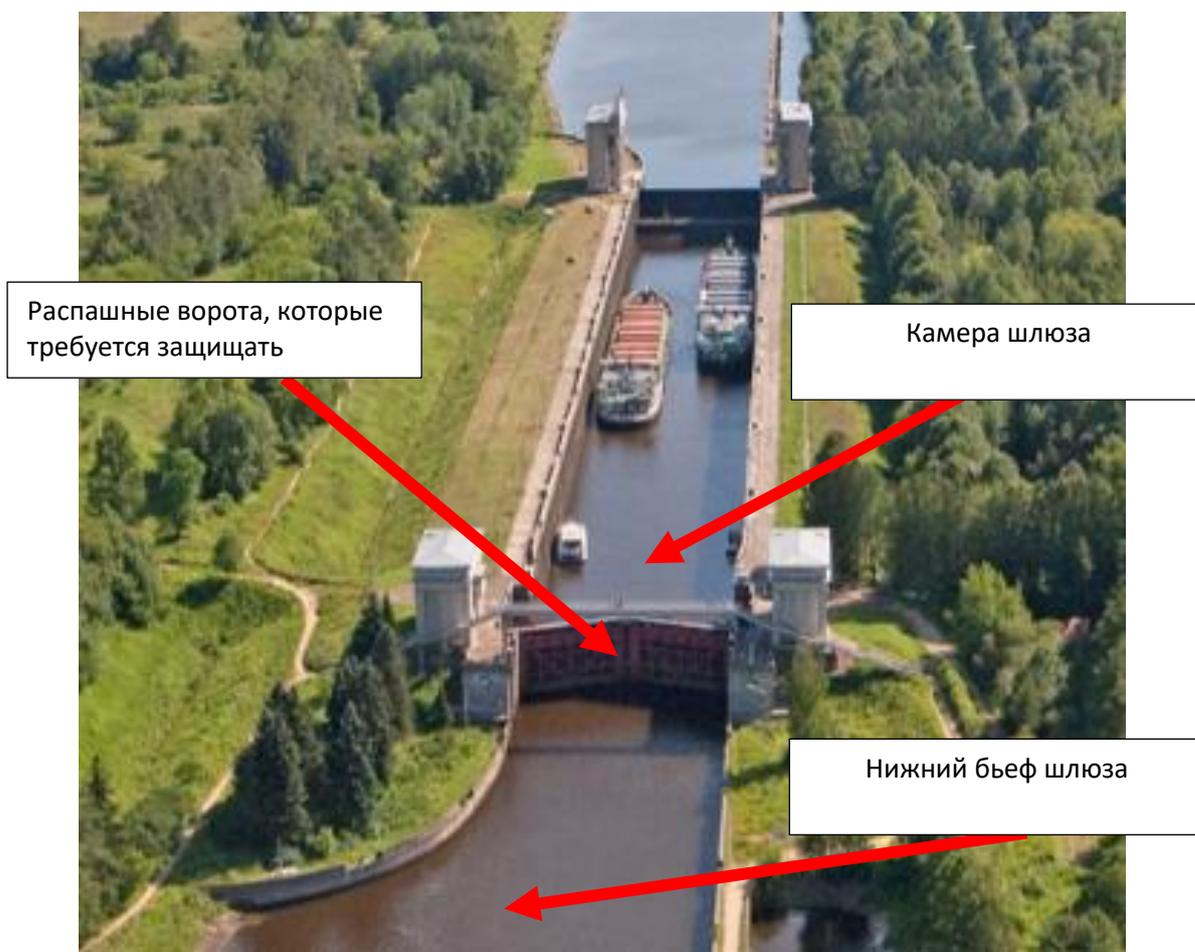


Фото. 1. Шлюз №6 канала имени Москвы

- 3) Схема системы боновой защиты ворот в основном представляет собой трос, натягиваемый поверх стенок шлюза. Система должна устанавливаться на верхних бровках камеры, никакие

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

### Командный кейс №7 "Система защиты ворот шлюза от навала судна"

ее элементы не должны находиться ниже уровня берега или под водой. Это может быть кранбалка телескопического или шлагбаумного типа, кронштейн любой другой конструкции - тут важно, что силовым элементом, принимающим удар корпуса судна, должен в итоге являться (подпружиненный) трос, а не сама металлическая конструкция.

- 4) Управляющая работой шлюза платформа – Ардуино или аналоги, управляющая платформа работой судна – Ардуино или аналоги (устанавливается на судно отдельно).

### 3. Порядок испытаний устройства (сценарий)

1. Перед началом испытаний участники вручную заполняют камеру шлюза водой таким образом, чтобы главная палуба судна была выше бровки шлюза не менее чем на 1 см (борт выступает над стенкой шлюза), при этом нижний бьеф наполняется до уровня, меньше уровня камеры шлюза на высоту подъёма воды в шлюзе (для шлюза №6 - 8 м), в выбранном масштабе макета (для 1:300 это 27 мм). Судно устанавливается вблизи дальней от ворот части шлюзовой камеры.

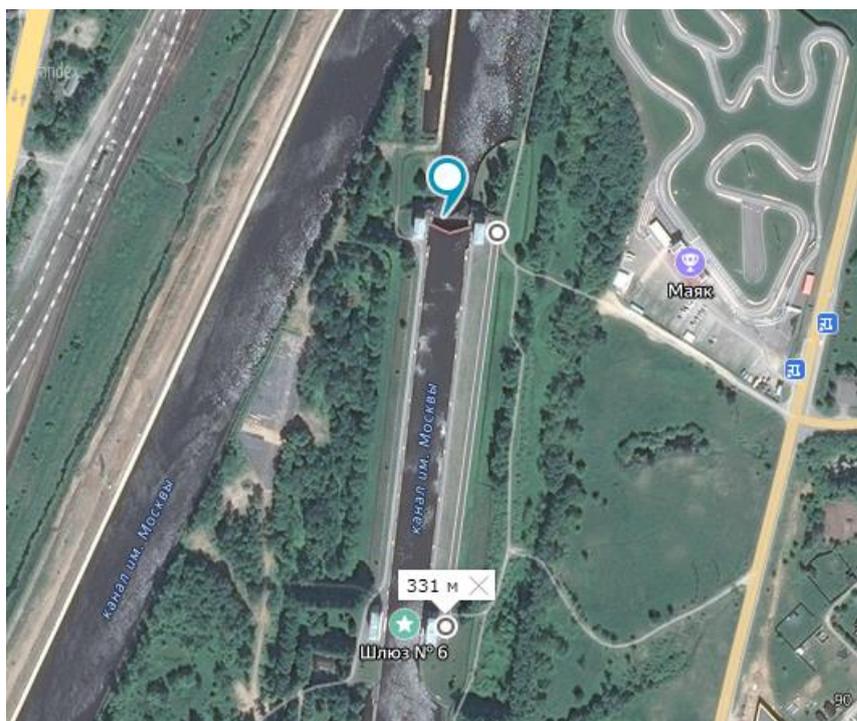


Фото. 2. Вид в плане шлюза №6 канала имени Москвы (Яндекс карты)

Примечание: если выбран указанный на фото 2 шлюз (камера 290x30 м), то макет, включающий камеру шлюза и нижний бьеф, должен быть выполнен в масштабе 1:300 (чтобы вписаться в линейный размер 2 м).

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

### Командный кейс №7 "Система защиты ворот шлюза от навала судна"

---

2. Стартом отработки сценария является установка защиты у распашных ворот. После включения пускового тумблера макета включается система защиты, которая устанавливает боновое ограждение, причем задача продемонстрировать:
  - плавное без рывков движение бона,
  - достаточный натяг бонового троса (визуальный),
  - масштабную скорость движения бона не выше 1 м/с в масштабе макета, например при масштабе 1:300 это 3 мм/сек.Задача защитной системы считается выполненной, если выполнены все эти условия.
3. После установки ограждения автоматика шлюза подает сигнал на движение судна (зеленый сигнал светофора и сигнал на судно). Судно должно дать ход, со скоростью не выше 20 км/ч (5 м/с) (в масштабе 1:300 – 17 мм/сек) пройти камеру и навалиться на бон, продемонстрировав надежность системы защиты, а затем сдать назад до упора и отработать задний ход во время спуска воды из камеры (имитируя удержание на швартовах).
4. Сигналом к началу спуска воды может служить, например, датчик наличия препятствия (судна) у дальней стенки камеры шлюза.
5. После спуска воды и выравнивания уровней в камере и нижнем бьефе (что определяется, например, по датчику уровня(ей) или дальномеру(ам)), на привод ворот подается сигнал и ворота шлюза должны полностью раскрыться со скоростью не выше 10 градусов в сек.
6. В момент начала спуска воды из камеры защита (бон) начинает сниматься, до полного открытия ворот защита должна быть полностью убрана.
7. После полного открытия ворот автоматика шлюза переключает цвет светофора с красного на зеленый, подает сигнал на судно (радиоканал, оптический канал и т.п.), после чего судно должно полностью выйти из камеры шлюза в нижний бьеф.
8. Дополнительным требованием, повышающим оценку проекта, может система возврата макета в первоначальное положение. Это включает следующее: при достижении края нижнего бьефа (срабатывании концевого датчика присутствия) судно должно задним ходом зайти обратно в камеру шлюза, после чего происходит закрытие ворот, включение насоса, перекачивающего воду обратно из нижнего бьефа в камеру шлюза, переключение выходного светофора на красный свет.

#### Примечания к сценарию

1. Оценивание производится визуальным контролем движения бона, ворот и судна в процессе испытания. В процессе испытания эти объекты должны быть постоянно видны в кадре. На

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

### Командный кейс №7 "Система защиты ворот шлюза от навала судна"

---

видеозаписи должно быть хорошо различимы все элементы, влияющие на оценивание результативности: размер устройства/устройств, результат действий устройства/устройств согласно испытаниям. Процесс испытаний снимается «одним кадром» без монтажа. Перед началом испытаний в кадре крупно и со всех сторон демонстрируется шлюз и система защиты. Проводка должна быть спрятана в обшивку макета. В случае, если эксперты не смогут по видеозаписи однозначно понять результат выполнения задания, принимается решение не в пользу участника.

2. После начала работы нельзя вмешиваться в ее процесс. Запрещается производить любые изменения кода после начала испытаний. Особое внимание следует уделить схеме подключения электронных компонентов, датчиков и модулей, избежав их контакта с водой. В ходе (за кадром) и/или по завершении демонстрации участники рассказывают об устройстве конструкции и основных компонентах проекта, своих ролях и вкладе.
3. На выполнение задачи отводится время, сопоставимое с реальным временем шлюзования (до 10 мин), однако допускается ускорение времени в масштабе макета до 5 мин.
4. Может быть реализовано два варианта системы:
  - Вариант 1 – система выполняет задачу полностью в автоматическом режиме.
  - Вариант 2 – открытие ворот и подача сигналов на движение судна подается оператором. Система, выполняющая задачу автономно, получает более высокую оценку за реализацию программного кода и функционала.

#### 4. Рекомендованные материалы для выполнения

Микроконтроллеры (например, Arduino, STM32 и т.п.), необходимые датчики, модули для обеспечения беспроводной передачи данных, резисторы, конденсаторы, батарейки, серводвигатели, монтажная плата (breadboard), коннекторы, маленькая монтажная плата для распайки, болты, конструкционные материалы и заготовки для изготовления деталей (фанера, оргстекло, опорные стенки, кронштейны, фланцы, направляющие и пр.), плата расширения (шилд) с драйвером моторов, ИК датчики линии, камеры для распознавания траектории и т.д. Для прототипирования рекомендуется использовать 3D принтер.

#### 5. Требования к результатам решения кейсового задания

Документация в обязательном порядке должна включать в себя:

- a. Титульный лист (школа, авторы, название кейса, название команды, руководитель).
- b. Цель и задачи работы.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

### Командный кейс №7 "Система защиты ворот шлюза от навала судна"

---

- 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 описывавшие все аспекты кинематического движения, реализующегося во время функционирования устройства.
- h. Разработанные 3D-модели в форматах .obj, .stl или .step, скриншоты разработанных 3D-моделей (как системы в целом, таким и отдельный 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 изображений электрической принципиальной схемы, монтажной схемы, топологии собственной разработанной 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.). Любые архивы с загруженными исходными кодам (.zip, .rar и т.п.) загружать в другие хранилища данных запрещается.
- l. Фотографии разработанного устройства и его составных частей, также располагается 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, этапа испытаний в соответствии с

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

### Командный кейс №7 "Система защиты ворот шлюза от навала судна"

---

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 на стороннем видеохостинге (ВКонтакте, Rutube и др.), ссылка на видеоролик располагается в репозитории в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.). Весь порядок испытаний от подготовки к испытаниям до завершения последнего этапа должен быть записан на видео одним дублем без склейки и монтажа. В течение всего видео в кадре должны быть разработанные командой устройства и как минимум один из участников команды, выполняющий все операции с устройствами. Вход и выход участников, передача инструмента, деталей и других вещей из кадра недопустимо. Допускается использование второй камеры для более детализированной демонстрации ключевых моментов. Видео должно быть со звуком и комментариями участников команды относительно проведения испытаний. Весь порядок испытаний от подготовки к испытаниям до завершения последнего этапа должен быть записан на видео одним дублем без склейки и монтажа. В течении всего видео в кадре должен быть разработанный командой ПАК и как минимум один из участников команды, выполняющий все операции с ПАК. Вход и выход участников, передача инструмента, деталей и других вещей из кадра недопустимо. Допускается использование второй камеры для более детализированной демонстрации ключевых моментов. Видео должно быть со звуком, на котором отчетливы слышны подаваемые голосовые команды. На видеозаписи должно быть хорошо различимы все элементы, влияющие на оценивание результативности: размер устройства/устройств, инициализация устройства/устройств, результат действий устройства/устройств согласно испытаниям. В случае, если эксперты не смогут по видеозаписи однозначно понять результат выполнения задания, принимается решение не в пользу участника.

- п. Заключение, результаты работы, анализ функционирования разработанного устройства, предложения по возможному улучшению устройства.
- о. Список литературных источников.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.**  
**Командный кейс №7 "Система защиты ворот шлюза от навала судна"**

---

## **6. Требования к оформлению документации**

Отчет о результатах решения кейсового задания должен быть представлен в виде документа в формате .pdf. Запрещается представление отчета и документации в виде ссылки на удаленное хранилище (Яндекс.Диск, Google Drive, github и т.п.).

К оформлению документации предъявляются следующие требования:

1. Поля документа: Левое – 3,0 см., правое – 1,5 см., верхнее и нижнее – 2,0 см.
2. Основной текст:
  - a. Шрифт - Times New Roman, 14 пт. одинаковый по всему тексту, цвет - черный.
  - b. Выравнивание - по ширине.
  - c. Межстрочный интервал - 1.5.
  - d. Абзацный отступ - 1.25 см.
  - e. Отступы слева/справа - 0 см.
  - f. Интервал перед/после абзаца – 0 см.
  - g. Полужирный шрифт не используют (используют только для заголовков разделов и подразделов, заголовков структурных элементов).
  - h. Курсивный шрифт не применяют, за исключением обозначения объектов, написания терминов и иных объектов и терминов на латыни.
3. Нумерация страниц:
  - a. Страницы документации нумеруются арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту.
  - b. Номер страницы проставляют в центре нижней части листа без точки.
  - c. Титульный лист включают в общую нумерацию страниц, но номер на нем не проставляют.
4. Заголовки:
  - a. Шрифт - Times New Roman, полужирный шрифт.
  - b. Не более 3-х уровней заголовков.
  - c. Абзацный отступ - 1.25 см.
  - d. Отступы слева/справа - 0 см.
  - e. Выравнивание – по ширине.
  - f. Заголовки следует печатать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая.
5. Таблицы:
  - a. Цифровой материал должен оформляться в виде таблиц. Таблицы применяют для наглядности и удобства сравнения показателей.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

### Командный кейс №7 "Система защиты ворот шлюза от навала судна"

---

- b. Таблицы должны иметь названия и порядковую нумерацию. Нумерация таблиц должна быть сквозной для всего текста отчета.
  - c. В тексте работы должны быть обязательно ссылки на таблицы. При ссылке следует печатать слово "таблица" с указанием ее номера, например, в таблице 1 сравниваются.... Не допускается сокращение - Табл.5.
  - d. Таблицу следует располагать непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.
  - e. Наименование следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в следующем формате: Таблица Номер таблицы
  - f. Наименование таблицы. Наименование таблицы приводят с прописной буквы без точки в конце.
  - g. Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте отчета.
6. Изображения:
- a. Изображения (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в отчете непосредственно после текста отчета, где они упоминаются впервые, или на следующей странице (по возможности ближе к соответствующим частям текста отчета).
  - b. Изображения должны иметь названия и порядковую нумерацию. Нумерация рисунков должна быть сквозной для всего текста отчета. Наименование рисунка приводят с прописной буквы без точки в конце.
  - c. В тексте работы должны быть обязательно ссылки на рисунки (например, рис. 3). При ссылке необходимо писать слово "рисунок" и его номер, например: "в соответствии с рисунком 2" и т.д. Не допускается сокращение типа Рис.5.
  - d. Порядковый номер рисунка и его название помещают под рисунком после пояснительных данных, посередине строки.
  - e. При построении графиков по осям координат вводятся соответствующие показатели, буквенные обозначения которых выносятся на концы координатных осей, фиксируемые стрелками. При необходимости вдоль координатных осей делаются поясняющие надписи.
7. Перечисления:
- a. Перечисления формируются при помощи списков с использованием маркеров, букв или арабских цифр.
  - b. Простые перечисления отделяются запятой, сложные – точкой с запятой.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.**  
**Командный кейс №7 "Система защиты ворот шлюза от навала судна"**

---

с. Перечисления приводятся с абзацного отступа 1,25 пт., без отступов слева и выступов справа в столбик.

8. Список использованных источников:

- a. Список использованных источников должен включать библиографические записи на документы, использованные при составлении отчета.
- b. Сведения об использованных источниках необходимо располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте отчета.
- c. Нумерация источников арабскими цифрами с точкой.
- d. Наличие абзацного отступа у записей источников.
- e. Каждая библиографическая ссылка заканчивается точкой.
- f. Ссылки на источники оформляют арабскими цифрами в квадратных скобках [1], [2]-[5] в тексте отчета.

9. Приложения:

- a. В приложения рекомендуется включать материалы, дополняющие текст отчета, если они не могут быть включены в основную часть.
- b. Приложения могут включать: графический материал, таблицы, расчеты, описания алгоритмов и программ.
- c. В тексте отчета на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте отчета.
- d. Каждое приложение следует размещать с новой страницы с указанием в центре верхней части страницы слова ПРИЛОЖЕНИЕ.
- e. Приложение должно иметь заголовок, который записывают с прописной буквы, полужирным шрифтом, отдельной строкой по центру без точки в конце.
- f. Все приложения должны быть перечислены в содержании отчета с указанием их обозначений, статуса и наименования.
- g. Таблицы, рисунки и формулы каждого приложения обозначаются отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения.

К оформлению структуры репозитория (github, gitlab) предъявляются следующие требования:

1. Наличие папки “Программный код”. Код разработанного программного обеспечения располагается в этой и только этой папке. Блок-схема алгоритма разработанного ПО в данной папке не располагаются.
2. Наличие папки “3D-модели”. Разработанные 3D-модели в форматах .obj, .stl или .step располагаются в этой и только в этой папке. Чертежи в данной папке не располагаются.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.**

**Командный кейс №7 "Система защиты ворот шлюза от навала судна"**

---

3. Наличие папки “Видеоролик”. В этой папке располагается ссылка на видеоролик, расположенный на стороннем видеохостинге, демонстрирующий функционирование разработанного устройства в соответствии с регламентом испытаний.
4. Остальные элементы результатов выполнения кейсового задания располагаются непосредственно в отчетной документации в соответствии с требованиями из разделов 6 и 7.

**7. 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.

**8. Требуемые знания для решения задачи**

1. Предметные (физика, информатика, математика).
2. Знание логики программирования на языках C-диалекта и навык разработки программного обеспечения.
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.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.**  
**Командный кейс №7 "Система защиты ворот шлюза от навала судна"**

---

## 9. 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-s-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. URL: <https://lesson.iarduino.ru>
- 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, 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/>
- 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/>
- Документация по GitHub. URL: <https://docs.github.com/ru/get-started/quickstart/hello-world>
- Учебное пособие Ли П. Архитектура интернета вещей / П. Ли. - Москва: ДМК Пресс, 2019. - 454 с. - ISBN 978-5-97060-672-8 URL: <https://ibooks.ru/reading.php?productid=363727>
- Практическая энциклопедия Arduino В.А. Петин, А.А. Биняковский / Учебное пособие - Москва: ДМК Пресс, 2017. - 152 с. - ISBN 978-5-97060-344-4 URL: <https://new.znaniyum.com/catalog/product/1032268>

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.**  
**Командный кейс №7 "Система защиты ворот шлюза от навала судна"**

---

Интернет-ресурсы:

Портал разработчиков Arduino	<a href="https://www.arduino.cc/">https://www.arduino.cc/</a>
Портал разработчиков Processing	<a href="https://processing.org/">https://processing.org/</a>
Российский информационный портал по Ардуино	<a href="http://arduino.ru/">http://arduino.ru/</a>
Информационный портал по Ардуино	<a href="http://wiki.amperka.ru/">http://wiki.amperka.ru/</a>
Информационный портал по электронным проектам	<a href="http://meandr.org/">http://meandr.org/</a>
Крупнейший поставщик электрических и электронных компонентов	<a href="http://www.electronshtik.ru">http://www.electronshtik.ru</a>
Информационный портал по Ардуино и интернет-магазин	<a href="http://arduino-kit.ru">http://arduino-kit.ru</a>
Информационный портал по Ардуино и интернет-магазин	<a href="http://iarduino.ru/">http://iarduino.ru/</a>
Оптимальный поставщик электроники по соотношению цена/качество	<a href="http://www.robototehnika.ru">http://www.robototehnika.ru</a>
Крупный интернет-магазин электроники	<a href="http://carduino.ru">http://carduino.ru</a>
Крупный интернет-магазин электроники и робототехники	<a href="http://robot-kit.ru">http://robot-kit.ru</a>
Крупный интернет-магазин электроники	<a href="http://chipster.ru">http://chipster.ru</a>
Крупный интернет-магазин электроники	<a href="http://makerplus.ru">http://makerplus.ru</a>
Крупный интернет-магазин и справочник электроники	<a href="http://www.arduino-ic.ru">http://www.arduino-ic.ru</a>
Московский поставщик электроники, предпочтительный по ценам	<a href="http://electromicro.ru">http://electromicro.ru</a>
Московский поставщик электроники, предпочтительный по ценам	<a href="http://amperkot.ru">http://amperkot.ru</a>
Московский интернет-магазин электроники	<a href="http://www.arduinoboss.ru">http://www.arduinoboss.ru</a>
Московский интернет-магазин электроники	<a href="http://onpad.ru">http://onpad.ru</a>
Сибирский интернет-магазин электроники	<a href="http://devicter.ru">http://devicter.ru</a>
Московский интернет-магазин электроники	<a href="http://mystore.ru">http://mystore.ru</a>
Московский интернет-магазин электроники	<a href="http://geegrow.ru">http://geegrow.ru</a>
Портал по проектам Ардуино и интернет-магазин	<a href="http://we.easyelectronics.ru/">http://we.easyelectronics.ru/</a>
Портал по проектам Ардуино	<a href="http://robocraft.ru/">http://robocraft.ru/</a>
Портал по проектам Ардуино	<a href="http://arduino-project.net/">http://arduino-project.net/</a>
Портал по робототехнике	<a href="http://robotday.ru/">http://robotday.ru/</a>