

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №1 "Модуль системы наведения"**

1. Формулировка задачи

В рамках задания требуется разработать независимый модуль спутника форм фактора cubesat. Для выбранного модуля требуется реализовать весь его необходимый функционал, а также корпус cubesat 1u и систему крепления разрабатываемого модуля в нем.

2. Требования к продукту (регламент, ТЗ)

Главной задачей является разработка программно-аппаратного комплекса (ПАК) — независимого модуля системы наведения на объект для космического аппарата форм-фактора CubeSat 1U. Модуль должен обеспечивать автоматическое наведение лазерного целеуказателя в двух взаимно перпендикулярных осях (наклона и поворота) с углом обзора $\pm 40^\circ$ по каждой оси, а также прием, обработку и передачу данных по радиоканалу в соответствии с заданными требованиями.

Общие требования

- Модуль должен быть выполнен в виде самостоятельного блока, совместимого по размерам и креплениям с форм-фактором CubeSat 1U (100×100×100 мм).
- В конструкцию модуля должны входить:
 - ☉ Радиомодуль для приема и передачи управляющих сигналов;
 - ☉ Лазерный целеуказатель;
 - ☉ Система наведения на основе манипуляторов (сервоприводы, шаговые двигатели, моторы и электронные компоненты управления);
 - ☉ Система крепления и корпус, обеспечивающие установку модуля внутри юнита CubeSat;
 - ☉ Контроллер управления и программное обеспечение, реализующее алгоритм функционирования модуля.
- Конструкция корпуса должна быть устойчива к вибрации и обеспечивать жесткое крепление модулей. Материалы корпуса: алюминий, пластик, композит или иные конструкционные материалы, допускающие 3D-печать.
- Запрещается использование готовых макетов CubeSat с установленными поворотными системами. Все механические и электрические компоненты должны быть собраны участниками самостоятельно.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №1 “Модуль системы наведения”**

- Разрабатываемый модуль должен производить наведение луча лазера из геометрического центра юнита в двух перпендикулярных осях вращения (ось наклона и поворота) с углом обзора 80 градусов по каждой из осей. Ось поворота для наклона проходит через геометрический центр юнита, а также центры двух противоположных боковых сторон, ось поворота проходит через геометрический центр юнита и центры верхней и нижней сторон юнита (Рисунок 1).

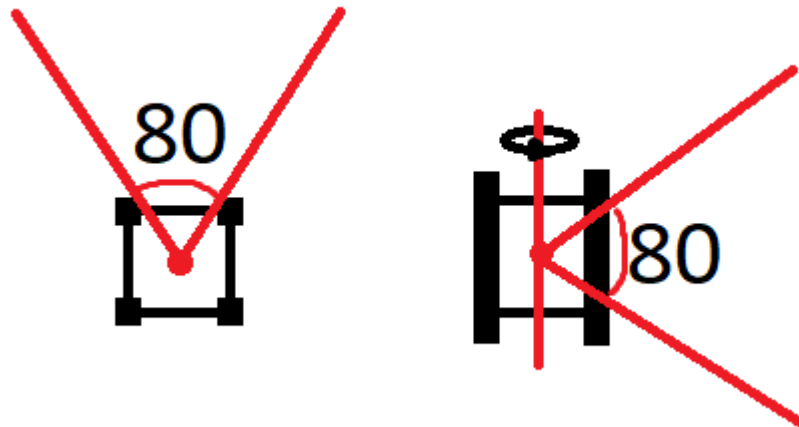


Рисунок 1. Схема угла обзора полезной нагрузки, вид сверху и сбоку.

Функциональные требования

1. Наведение лазерного луча

- Лазерный луч должен исходить из геометрического центра куба.
- Система должна обеспечивать наведение по двум осям:
 - Ось наклона проходит через геометрический центр и центры противоположных боковых граней;
 - Ось поворота проходит через геометрический центр и центры верхней и нижней граней CubeSat.
- Угол обзора по каждой оси — не менее 80° ($\pm 40^\circ$).
- Управление углами осуществляется пошагово, с шагом 10° .

2. Алгоритм работы устройства

После подачи питания модуль должен выполнять следующий цикл:

- Включение и инициализация всех систем;
- Установка начального состояния устройства ($0^\circ, 0^\circ$);

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №1 "Модуль системы наведения"**

- Прослушивание радиоканала;
- Прием и расшифровка входящих сообщений;
- При получении управляющего сообщения:
 - Переход в режим вещания сообщений;
 - Выполнение последовательности позиционирования:
 - ☉ Установка нового положения лазера каждые 3 секунды;
 - ☉ Отправка пакета данных с параметрами углов наклона и поворота;
 - Последовательно пройти три режима:
 - ☉ Горизонтальный скан: при фиксированном угле 0° по горизонтали — изменение угла по вертикали от -40° до $+40^\circ$ (шаг 10°);
 - ☉ Вертикальный скан: при фиксированном угле 0° по вертикали — изменение по горизонтали от -40° до $+40^\circ$ (шаг 10°);
 - ☉ Диагональный скан: от позиции $(-40^\circ, -40^\circ)$ до $(40^\circ, 40^\circ)$ с шагом 10° .
 - ☉ Диагональный скан: от позиции $(-40^\circ, 40^\circ)$ до $(40^\circ, -40^\circ)$ с шагом 10° .
- Возврат к начальному состоянию и ожидание нового сигнала.

3. Передача данных и радиосвязь

- Радиообмен осуществляется с использованием модуля NRF24 (или эквивалента).
- Формат и кодирование сообщений должны сохранять единообразие.
- Каждое передаваемое сообщение должно содержать:
 - Уникальный идентификатор устройства;
 - Текущие углы наклона и поворота;
 - Состояние режима работы.
- Время между приемом команды и началом движения лазера не должно превышать 2 секунд.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №1 “Модуль системы наведения”

Требования к испытаниям и проверке работы

- Проверка точности наведения осуществляется по мишени, расположенной на расстоянии 1 метр от центра CubeSat.
- Положение точек мишени соответствует расчетным углам обзора и должно подтверждать, что луч исходит из геометрического центра.
- Если конструкция приводит к смещению точки излучения при поворотах, это должно быть компенсировано программно.
- Для демонстрации работоспособности необходимо:
 - обеспечить визуальную фиксацию лазерной точки на мишени;
 - показать корректную последовательность выполнения четырех тестовых циклов (горизонтальный, вертикальный и двух диагональных);
 - продемонстрировать обмен данными между модулем и приемной станцией.

Требования к программно-аппаратной части

- Управление может быть реализовано на базе Arduino, Raspberry Pi, STM32 или аналогичных микроконтроллеров.
- Допускается использование готовых радиомодулей и драйверов для сервоприводов.
- Программное обеспечение должно обеспечивать:
 - ☉ реализацию алгоритма позиционирования;
 - ☉ прием и декодирование управляющих сообщений;
 - ☉ формирование и отправку ответных сообщений;
 - ☉ логирование данных в файл (или консольный вывод для демонстрации).
- Питание — от аккумулятора или внешнего блока питания 5–12 В.
- В конструкции должны быть предусмотрены:
 - выключатель питания;
 - элемент аварийной остановки (аппаратная кнопка или программный сброс).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №1 “Модуль системы наведения”**

Требования к демонстрации

- Модуль должен работать автономно после включения питания.
- Управление началом работы допускается с пульта, кнопки или радиосигнала.
- Испытания должны включать:
 - ⊗ демонстрацию полного цикла работы алгоритма;
 - ⊗ подтверждение радиосвязи с приёмной станцией;
 - ⊗ визуальное подтверждение наведения лазера на мишень.
- Все подсистемы (лазер, манипуляторы, радиомодуль, контроллер) должны иметь возможность отдельного тестирования.

3. Требования к конструкции устройства

Отличительной чертой спутника формата cubesat являются направляющие рельсы, предназначенные для помещения спутника в пусковой контейнер. Внутреннее содержимое спутника поддается интерпретации, но размеры и рельсы остаются неизменными. Корпус cubesat должен быть реализован с соблюдением замечаний, указанных на чертеже (Рисунок 2):

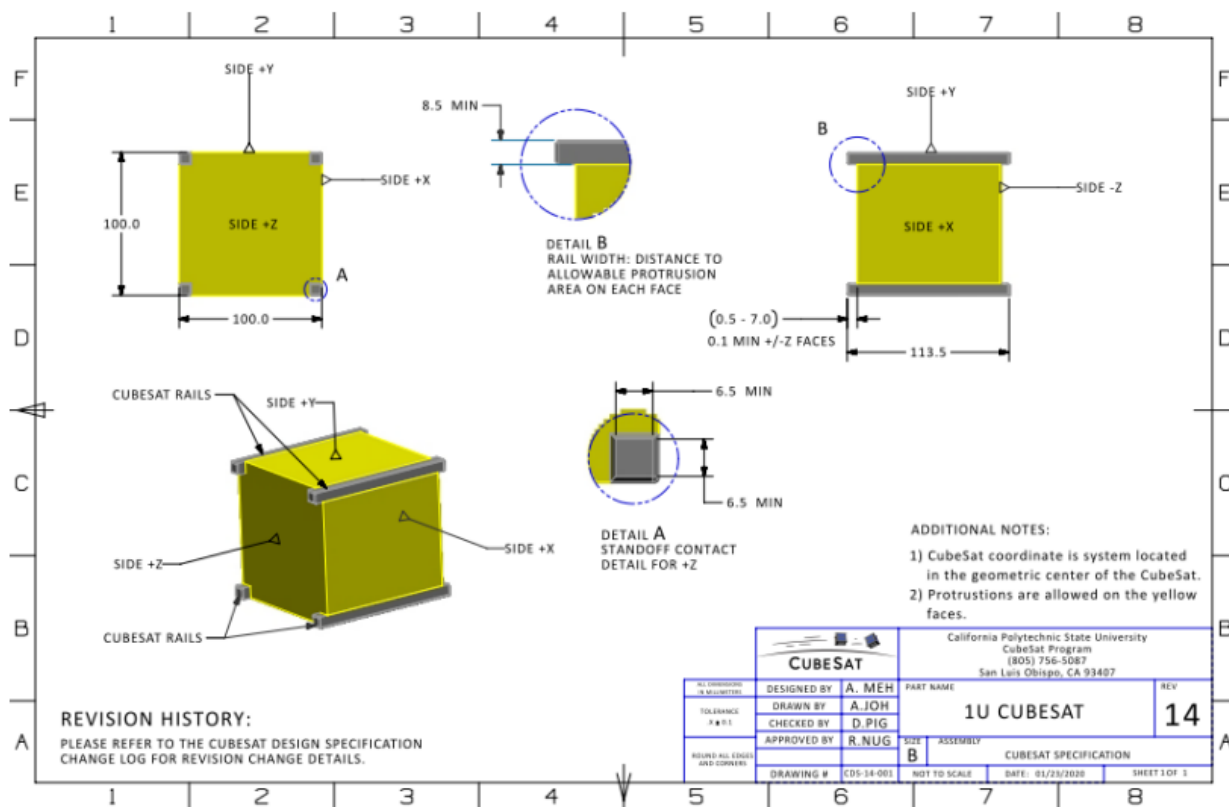


Рисунок 2. Чертеж спутника формфактора Cubesat 1u.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №1 "Модуль системы наведения"**

В дополнение к чертежу при проектировании устройства необходимо соблюдать следующие требования:

- Никакие компоненты на сторонах, заштрихованных желтым цветом, не должны выступать дальше, чем на 6,5 мм по нормали к поверхности от плоскости рельса.
- Рельсы должны иметь минимальную ширину 8,5 мм, измеренную от края рельса до первого выступа на каждой грани.
- Края реек должны быть закруглены до радиуса не менее 1 мм.
- Концы направляющих на стороне +/- Z должны иметь минимальную площадь контакта 6,5 мм x 6,5 мм с соседними направляющими CubeSat.
- Необходимо предоставить трёхмерные модели:
 - о Корпус модуля приёмника, осуществляющий жёсткое крепление всех элементов модуля (контроллера, приёмника, макетных/паечных плат и т. д.);
 - о Корпус спутника cubesat формфактора 1U;
 - о Итогового устройства в сборке. Допускаются конструкторские расхождения в трёхмерной модели и физической реализации. Созданная модель должна удовлетворять требованиям функционирования итогового устройства;
- Необходимо представить программный код для разработанного устройства (формат .txt, .py, .c, .cpp, .h, .hpp, .cxx, .cc, .hxx или иного расширения, в названии файла должен быть указан язык программирования) для каждого этапа;
- Наличие электрической схемы для каждого из этапов.

4. Порядок испытаний устройства

- Демонстрация продукта без включения:
 - ☉ Демонстрация общей конструкция устройства;
 - ☉ Демонстрация сборки электроники устройства;
- Демонстрация включения продукта:
 - ☉ Демонстрация автономной работы модуля после включения питания;
- Демонстрация алгоритма работы:
 - ☉ Управление началом работы допускается с пульта, кнопки или радиосигнала;
 - ☉ Демонстрация радиосвязи с приёмной станцией;
 - ☉ Демонстрация наведения лазера на мишень (визуальное подтверждение);

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №1 "Модуль системы наведения"**

☺ Демонстрация полного цикла работы алгоритма

- Все подсистемы (лазер, манипуляторы, радиомодуль, контроллер) должны иметь возможность отдельного тестирования.

5. Рекомендованные материалы для выполнения.

Микроконтроллеры (Arduino, Raspberry и пр.), серводвигатели, шаговые моторы, электродвигатели, модуль лазера, лазерная указка, радиомодуль ардуино, батарейный блок. Для прототипирования рекомендуется использовать 3D принтер.

6. Примерный перечень программного обеспечения для выполнения задания:

КОМПАС-3D, T-FLEX CAD, tinkercad.com для 3d-моделирования;

tinkercad.com, fritzing для моделирования электрических схем

(tinkercad.com может быть использован для написания программного кода для Arduino);

PyCharm Edu, Arduino IDE, STM32CubeIDE, Notepad++- как среда программирования.

7. 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. Общее описание функций разработанного решения (теоретическое описание функций, которое реализует разработанное устройство).
- г. Описание используемых аппаратных и программных узлов, модулей, фреймворков и других инструментов.
- д. 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 визуально представить все элементы и их связи, включая направления движений, обеспечивая наглядное понимание работы системы через схемы или чертежи с четкими подписями и обозначениями.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №1 "Модуль системы наведения"

- f. 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.)
- g. Описание электротехнической схемы разработанного устройства в виде изображений электрической принципиальной схемы, монтажной схемы, топологии собственной разработанной печатной платы.
- h. Алгоритм работы разработанного программного обеспечения в виде блок-схем.
- i. 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.
- j. Фотографии разработанного устройства и его составных частей. Также располагается в репозитории проекта в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)
- k. 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 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

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №1 "Модуль системы наведения"**

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.

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

8. 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
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №1 "Модуль системы наведения"**

- 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
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №1 "Модуль системы наведения"**

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
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №1 "Модуль системы наведения"**

г. 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.

9. Процедуры (этапы) решения

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

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №1 "Модуль системы наведения"**

10. 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.

11. Материалы для подготовки

- Гук А.П., Евстратова Л.Г. Дистанционное зондирование и мониторинг территорий. Часть 1. Дистанционное зондирование. Теоретические основы и технические средства. КУРС, 2019. – 221 с.
- Сутырина Е.Н. Дистанционное зондирование Земли. Учеб. пособие. ИГУ, 2013. — 165 с.
- Брайан У. Керниган, Роб Пайк. Практика программирования. Вильямс, 2021. — 288 с.
- Брайан Керниган, Деннис Ритчи. Язык программирования С. Вильямс, 2019. — 288 с.
- Дмитриев Д., Фомин А., Кармишин А., Дубровская В., Тяпкин Ю., Фатеев А., Борисевич В. Дистанционное зондирование Земли. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. — 196 с.
- Груздов В.В. Новые технологии Дистанционного Зондирования Земли из космоса. – : Техносфера, 2019. – 482 с.
- Работа с датчиками. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://zelectro.cc/> • Учебник по работе с устройствами. [Электронный ресурс] Режим доступа: Учебник по работе с устройствами
- Учебник: Электроника. В.А. Петин. [Электронный ресурс] Режим доступа: Электроника. В.А. Петин
- Уроки по работе с ардуино. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://lesson.iarduino.ru/>
- Уроки по работе с датчиками. [Электронный ресурс] Режим доступа: Ардуино. Датчики и сети для связи устройств.
- Проектная работа по разработке системы. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://arduino-diy.com/>

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №1 "Модуль системы наведения"**

- Путеводитель по Ардуино. [Электронный ресурс] Режим доступа: Радио-ежегодник. Путеводитель по Ардуино.
- Электронные ресурсы 1. ИТЦ «СКАНЭКС» [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.scanex.ru/>
- ООО «Спутникс» [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://orbicraft.sputnix.ru/doku.php>
- 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/>
- 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/>

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №2 "Безопасный маршрут"**

1. Формулировка задачи (условия)

Спроектируйте и реализуйте конструкцию и алгоритм работы роботизированного мобильного устройства, способного перемещаться по полигону, распознавать, захватывать и перемещать объекты. Робот должен иметь захват для фиксации и перемещения объектов. Объекты для перемещения должны иметь одинаковую форму (допускается сложная форма объекта), но по габаритам соответствовать цилиндру с размерами, задаваемыми пропорцией. Объекты на трассе могут быть четырех цветов, - красные, синие, зеленые и белые. Робот должен найти объекты на полигоне, захватить их при помощи манипулятора и сбросить в соответствующий по цвету люк, обозначенный цветным периметром. Объекты белого цвета могут быть сброшены в любой люк. В люк с черным периметром можно сбросить объекты любого цвета, но со штрафом при оценке результатов.

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

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

В процессе демонстрации задания оцениваются следующие функции робота:

- Возможность робота автономно перемещаться по трассе, избегая падения в люки и с края полигона;
- Реализация и работоспособность устройства для обнаружения, распознавания и взаимодействия с объектами;
- Способность робота переместить объекты в соответствующие им по цвету люки;
- Взаимодействие с объектами одновременно с перемещением по трассе;
- Способность эффективно обнаруживать и двигаться к объектам на трассе.

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 объектов, сброшенных в соответствующие им люки, взаимодействие робота с полигоном, способ движения робота (автономный или на дистанционном управлении).

2. Требования к продукту (регламент, ТЗ)

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

- 1) Основание полигона (не рекомендуется делать больше 1.5x1.5 метра). Контуры люков и границы полигона изображены и нанесены на поверхность круглого основания. Рекомендуемая ширина контура – 30 мм. Основание полигона должно быть поднято на 10 сантиметров над полом. Не допускается ограничение основание полигона зафиксированными стенками или бортиками. Размеры полигона могут быть изменены участниками, однако, при этом, они должны соответствовать схеме стенда и быть согласованными с размерами робота для перемещения по ним.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль “Инженерия”

Командный кейс №2 “Безопасный маршрут”

- 2) Место для старта робота. (На схеме полигона обозначено крестом в центре окружности)
Участники могут оборудовать площадку старта любым образом, обеспечивающим ориентацию робота – ИК излучатели, RFID метки, QR коды, дополнительная контрастная разметка и т.д.
- 3) Место сброса объектов – квадратные отверстия в основании полигона для сброса «груза» роботом. Контур люка отмечен цветом, соответствующим цвету объекта. Рекомендуемые размеры люка – 220мм. Участники могут дополнительно оборудовать люк любым образом, обеспечивающим ориентацию робота – ИК излучатели, RFID метки, QR коды, дополнительная контрастная разметка и т.д.
- 4) Основание полигона, рекомендуется размещать на полу, чтобы избежать падения робота с высоты в процессе отладки и испытаний.
- 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»	2 шт.
2	«Синие»	2 шт.
3	«Зеленый»	2 шт.
4	«Белый»	2 шт.

Таблица 1. Параметры объектов.

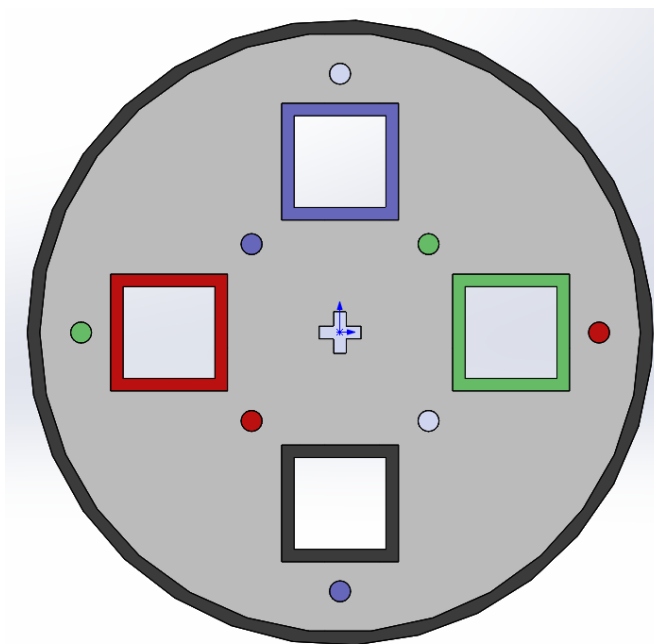


Рис. 2. Общий вид полигона. На схеме обозначены красными, синими, зелеными и белыми кругами объекты. Люки для сброса объектов обозначены прямоугольниками.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №2 “Безопасный маршрут”**

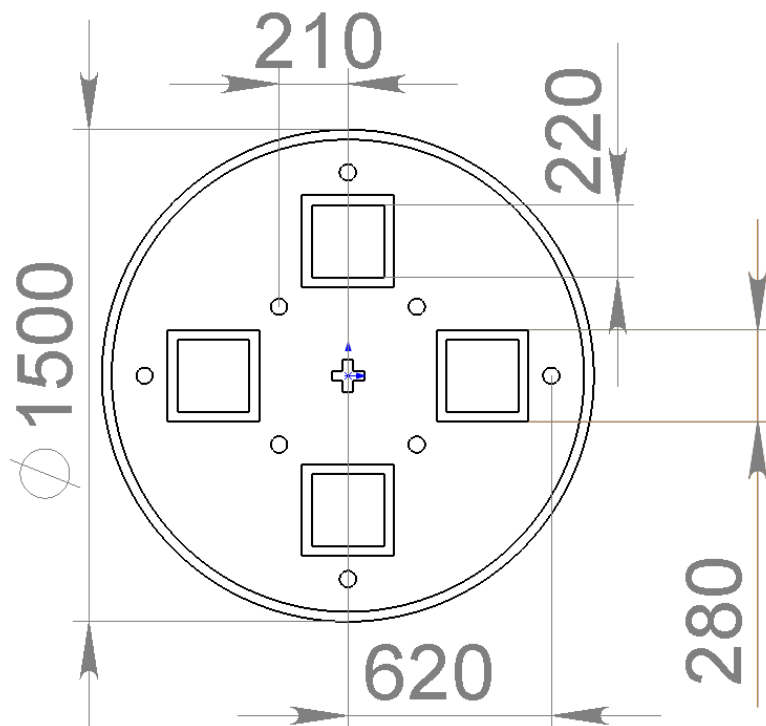


Рис. 3. Рекомендуемые размеры полигона в миллиметрах.

Основание полигона рекомендуется изготовить из фанеры. Предлагается выбирать наиболее доступные материалы с учетом возможной настройки робота. Для демонстрации работы автономных роботов рекомендуется покрасить основание в светлый цвет.

3. Порядок испытаний устройства

1. Перед началом испытаний робота, участники собирают полигон 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 объекты, двигать полигон 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 полигону. Задача робота, - продемонстрировать объезд люков и ориентацию внутри полигона, определение цветов объектов и люков, захват и перемещение объектов. Задача считается полностью выполненной, если робот проехал по полигону не упав в люки или с края полигона, захватил

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Профиль “Инженерия”

Командный кейс №2 "Безопасный маршрут"

и сбросил цветные объекты в люки соответствующих цветов, а белые объекты сбросил в любые люки.

4. Следует продемонстрировать поиск объектов, их захват, движение по полигону. Максимальный бал получает демонстрация полного функционала робота в автономном режиме в процессе выполнения задания.
5. После завершения работы робот должен остановиться.
6. «Сброшенным» считается объект, захваченный роботом и сброшенный в люк в результате взаимодействия с манипулятором робота. Объекты упавшие или укатившиеся в люк от столкновения с роботом не считаются сброшенными.
7. Выпавший из робота объект, на любой части полигона, не считается доставленным до люка, кроме случаев, когда робот повторно захватил объект.
8. Оценивание производится визуальным контролем движения робота в процессе испытания. В процессе испытания робота должно быть постоянно видно в кадре.
9. Выполненным считается задание в том случае, если робот проехал его с учетом выполнения условия задачи и видеозаписи, позволяющей визуально проконтролировать процесс. В случае падения робота, объектов, выполнение не зачитывается.
10. Если робот упал допускается его поднятие, выпавший объект укладывать в робота нельзя. За поднятие начисляются штрафные очки.
11. На выполнения задачи отводится не более 10 минут. До истечения времени робот должен переместить все объекты и остановиться.
12. Существует два варианта реализации движения робота:

Вариант 1 – робот движется автономно и выполняет задачу 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.

Кейс разрабатывается совместно с компанией АО Микрон, для реализации проекта предлагается рассмотреть возможность по использованию отладочных плат с микроконтроллером МК32 Амур. В случае успешного решения кейса с применением отечественного микроконтроллера первого уровня производства команда участников получит призы от компании АО Микрон.

Для решения кейса могут быть использованы микроконтроллеры (МК32 «Старт» (Совместим с Arduino), платы Arduino, Raspberry и пр.), модули для обеспечения беспроводной передачи

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №2 "Безопасный маршрут"**

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.
- 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.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №2 "Безопасный маршрут"**

- 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.)
- 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.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №2 "Безопасный маршрут"**

- 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, 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.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №2 "Безопасный маршрут"**

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.

9. Приложения:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №2 "Безопасный маршрут"**

- 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.
3. Проектирование устройства (эскиз устройства, проектирование кинематической системы, UML-диаграммы).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №2 "Безопасный маршрут"**

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

Профиль “Инженерия”

Командный кейс №2 “Безопасный маршрут”

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
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №3 "РТК по уборке опасных загрязнений"**

1. Формулировка задачи (условия)

Ядерная энергетика хорошо зарекомендовала себя как стабильный источник экологически чистой энергии с наименьшим уровнем выброса углекислого газа. Однако, остаются риски, связанные с обеспечением радиационной безопасности на всех этапах жизненного цикла атомного реактора, и в особенности на этапе вывода из эксплуатации. Роботы хорошо зарекомендовали себя в задачах очистки различных объектов и помещений от источников радиационного загрязнения, поскольку могут выполнять задачи там, где нахождение человека не желательно или невозможно ввиду вредных внешних факторов.

В рамках предложенного командного кейса Вам предстоит разработать и реализовать робототехнический комплекс (далее РТК), который должен проникнуть на труднодоступный объект, обнаружить следы радиационного загрязнения, очистить их, и вернуться обратно на базу, как в ручном, так и в автоматическом режиме. Для этого необходимо разработать конструкцию робота на мобильной платформе, на которую устанавливаются устройства обнаружения условных следов радиационного загрязнения и их устранения, а также необходимые модули автоматизации и навигации. Для подготовки робота к испытаниям потребуется изготовить испытательный полигон, на котором будут располагаться база для РТК, имитацию стены с пятном загрязнения и препятствия на пути к ней. Конструктивные и программные решения должны обеспечивать наилучшие маневренность и быстродействие РТК при выполнении задачи, поскольку он может находиться ограниченное время под облучением.

2. Требования к продукту (регламент, ТЗ)

Главной задачей является разработка РТК, выполняющего ограниченный набор функций по перемещению по полигону, преодолению заранее известных препятствий, обнаружение стены с искомыми следами условного радиационного загрязнения и их очистки.

Требования к РТК.

- РТК состоит из мобильной платформы, на которой размещаются:
 - устройство обнаружения пятна загрязнения;
 - устройство очистки пятна загрязнения;
 - модуль автоматизации и навигации на полигоне;
 - система взаимодействия с оператором.
- Принцип действия и конструкция устройства обнаружения пятна условного радиационного загрязнения и его очистки могут быть любыми, но должны обеспечивать подъём на

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №3 "РТК по уборке опасных загрязнений"**

требуемую высоту, которая определяется высотой стены, и соответствующую силу контакта для выполнения операции очистки.

- Операция очистки заключается в полном закрашивании всей площади пятна условного радиационного загрязнения, но не далее 70 мм от его внешней границы. Операция очистки считается успешно выполненной, если контур пятна условного радиационного загрязнения и площадь внутри контура полностью покрыты красящим веществом без пропусков. Наносимое красящее вещество должно визуально отличаться от пятна условного радиационного загрязнения и быть различимым в дальнейшем на видеозаписи хода испытаний.
- Время с момента остановки РТК перед стеной и началом процесса очистки должно занимать не более 15 секунд.
- Время выполнения операции очистки не должно превышать 30 секунд.
- Время нахождения РТК вне укрытия при выполнении каждого в отдельности этапа не должно превышать трех минут или девяти минут в течение всего процесса испытаний.
- РТК должен иметь собственный автономный источник питания (аккумулятор), обеспечивающий надежную и непрерывную работу всей электроники, механических устройств в течение всего процесса испытаний.
- Проводные связь или питание с РТК недопустимы за исключением процесса зарядки автономного источника питания (аккумулятора) РТК в зоне базы (укрытии).
- Модуль навигации может состоять из датчиков цвета, энкодеров и ультразвуковых (УЗ) и/или оптических дальномеров с целью определения препятствий и поиска загрязненной стены, следа условного радиационного загрязнения. 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 РТК не должны превышать 400 * 400 * 400 мм с учетом его подвижных частей в процессе перемещения по полигону и преодоления препятствий типа «тоннель».
- Особые требования по весу РТК не предъявляются.
- Управление РТК выполняется с помощью джойстика на первом этапе и автономно по показаниям средств навигации и заранее обученному сценарию.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №3 "РТК по уборке опасных загрязнений"**

- Команды на выполнение сценариев на РТК отдаются оператором только дистанционно, беспроводным способом с помощью оптических, радиопередающих или других устройств на усмотрение команды, кроме вариантов прямого механического или тактильного воздействия.
- Время реакции на команду (от момента завершения задания команды, до начала движения робота) не более 5 секунд.
- Исключается подключение РТК или его подсистем к персональному компьютеру во время прохождения испытаний.

Требования к полигону:

- Полигон выполняется на любой ровной поверхности, на которой должны располагаться элементы в соответствии с рисунком 1. Все элементы должны находится строго в границах полигона и не нарушать их. В качестве элементов на полигоне должны присутствовать:
 - стена – для нанесения загрязнения;
 - укрытие – откуда стартует РТК и куда возвращается;
 - препятствие «тоннель»;
- Внутренний размер полигона: 2000 на 2000 мм.
- Стена должна обладать следующими характеристиками:
 - Размер полотна 700 на 1000 мм;
 - Высота от пола до нижней границы стены не менее 600мм;
 - Цвет поверхности может любым;В качестве стены может быть использован флипчарт.
- Укрытие – база расположения РТК, место старта и возвращения на каждом этапе испытаний, должна обладать следующими характеристиками:
 - внутренний размер (ШхГхВ) не должны превышать 400 х 400 х 450 мм;
 - располагается на полигоне в соответствии с размерами на рисунке 1;
 - крыша, открытая для визуального контроля.
- Препятствие «тоннель» должен обладать следующими характеристиками:
 - Длина тоннеля не менее 800 мм;
 - Размер проёма не более 400 на 400 мм.

Материал элементов на полигоне можно выбирать любой: картон, пенопласт и др. Толщина стенок не более 75 мм. Точность установки элементов на полигоне не менее 20 мм.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №3 “РТК по уборке опасных загрязнений”**

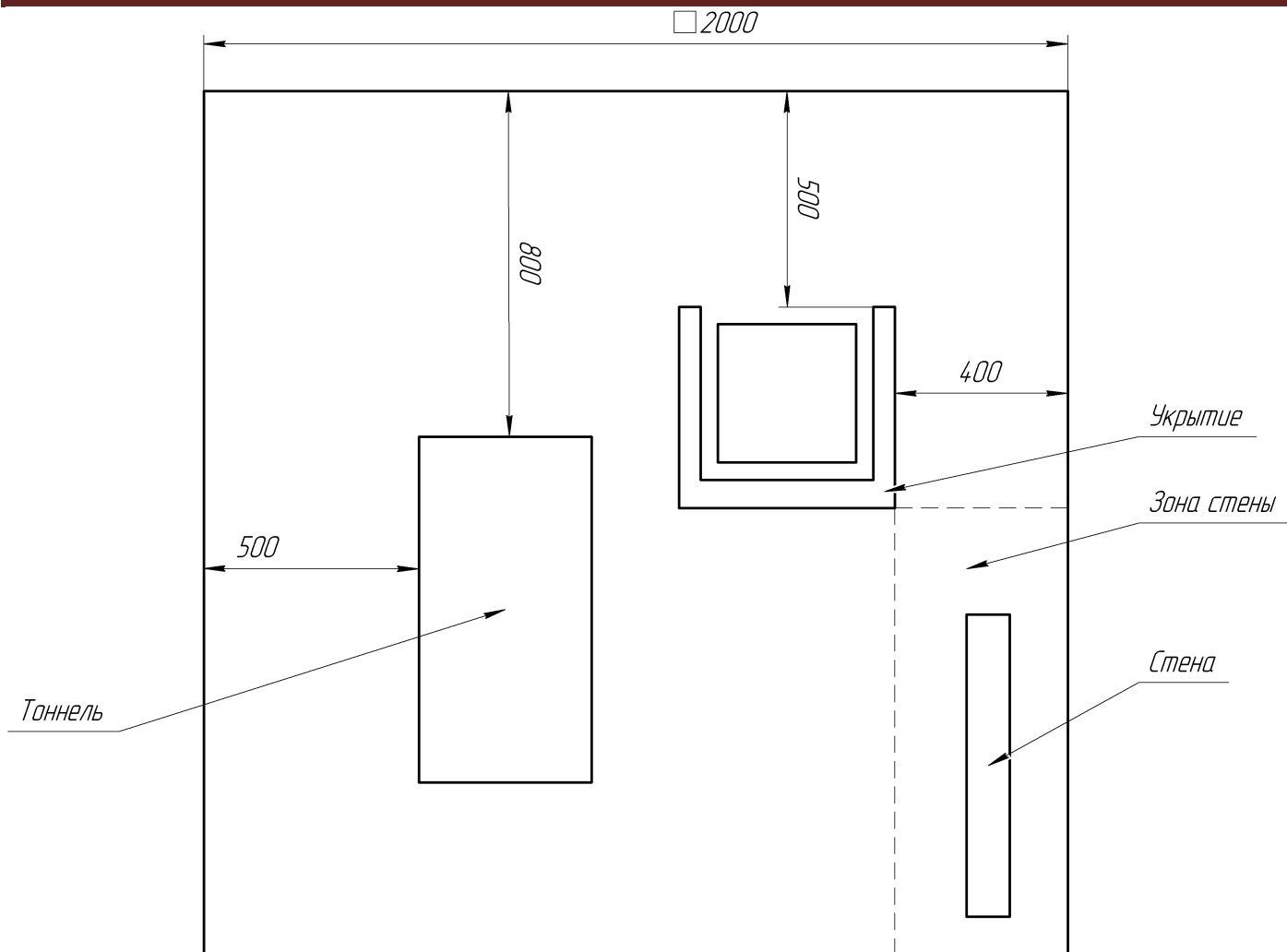


Рисунок 1 – Схема испытательного полигона

На протяжении всего игрового испытаний РТК не должен нарушать внутренних границ полигона и сталкиваться с элементами полигона. Контакт допускается только со стеной и только устройством очистки пятна условного радиационного загрязнения и/или устройством обнаружения пятна условного радиационного загрязнения.

Стена должна размещаться после прохождения препятствия «тоннель», но не напротив выхода из него.

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 РТК и как минимум один из участников команды, выполняющий все операции с РТК. 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

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №3 "РТК по уборке опасных загрязнений"**

звук, на котором отчетливо слышны комментарии и действия участников. На видеозаписи должны быть хорошо различимы все элементы, влияющие на оценивание результативности: размер РТК, инициализация РТК, результат действий РТК согласно испытаниям. В случае, если эксперты не смогут по видеозаписи однозначно понять результат выполнения задания, принимается решение не в пользу участника.

Перед началом каждого этапа испытаний РТК необходимо подготовить и привести полигон в готовое состояние: на полигоне не должно быть лишних предметов, РТК размещается в пределах укрытия, на стене один из участников наносит условное пятно радиационного загрязнения. Пятно условное радиационного загрязнения представляет собой случайный рисунок с замкнутым контуром, выполненный маркером или другим пишущим инструментом, укладываемый в область с размерами не более 350*350мм, но не менее 150*150мм. На разных этапах испытаний рисунки должны быть принципиально разными. Предыдущее пятно должно быть удалено. Наносимое красящее вещество должно визуально отличаться от пятна условного радиационного загрязнения и быть различимым в дальнейшем на видеозаписи ходы испытаний.

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

- На первом этапе выполняется прямое управление РТК оператором в ручном режиме с помощью джойстика или пульта управления. Оператора должен вывести РТК из укрытия, пройти через препятствие «тоннель», подойти к стене, выполнить очистку условного пятна радиационного загрязнения и тем же путем вернуться обратно в укрытие.
- На втором этапе РТК выполняет задачу первого этапа, но уже в полностью автоматическом режиме без вмешательства оператора в процесс.
- На третьем этапе необходимо переместить укрытие, препятствие и стену на усмотрение команды, но так, чтобы при помещении от одного объекта до другого РТК выполнял минимум один поворот не менее чем на 45°.

В процессе прохождения испытаний, перемещать или касаться РТК не допускается. Оператор и другие участники не могут находиться на полигоне, заходить в него и касаться его элементов в процессе выполнения любого этапа, и пока РТК не находится в укрытии. РТК также не должен касаться препятствий и нарушать границы полигона. Операция очистки считается успешно выполненной, если контур пятна условного радиационного загрязнения и площадь внутри контура полностью покрыты красящим веществом без пропусков. Завершение этапа засчитывается, если РТК полностью оказался в пределах укрытия. Робот может находиться вне укрытия не более 3 минут.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №3 "РТК по уборке опасных загрязнений"**

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 РТК требованиям ТЗ;
- касание препятствий на полигоне;
- нарушение границ полигона и разметки игрового поля.

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:

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

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №3 "РТК по уборке опасных загрязнений"**

- 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
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №3 "РТК по уборке опасных загрязнений"**

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.

- 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:
 - a. Шрифт - Times New Roman, полужирный шрифт.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №3 "РТК по уборке опасных загрязнений"**

- 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
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №3 "РТК по уборке опасных загрязнений"**

- 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
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №3 "РТК по уборке опасных загрязнений"**

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**
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №3 "РТК по уборке опасных загрязнений"

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.

9. Материалы для подготовки

- Мобильные роботы с искусственным интеллектом на базе Arduino, 4-е издание, Книга Момота. М.В., Винницкого Ю.А. и Шишигина И.В. ВHV-СПБ, 2025. – 520с.: ил.
- Контроллеры Arduino в мобильных роботах : учебное пособие. В. Кангин. ТНТ. – 2025. – 395с.: ил.
- 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>

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”
Командный кейс №3 "РТК по уборке опасных загрязнений"**

- 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
Профиль “Инженерия”.**

Командный кейс № 4 "Система трекинга и распознавания голов в футболе"

1. Формулировка задачи (условия)

Современные технологии массово интегрируются в сферу спорта, особенно в футбол, который является одним из наиболее популярных видов спорта. Системы контроля положения и скорости мяча способствуют к повышению точности в определении момента пересечения линии ворот. Это, в свою очередь, улучшает объективность и справедливость судейских решений, что является важным аспектом для обеспечения честной и прозрачной спортивной конкуренции.

В рамках данного кейса участникам предлагается разработать и изготовить систему контроля положения мяча (далее программно-аппаратный комплекс или ПАК) с использованием технологии беспроводной передачи данных, акселерометра и/или гироскопа. Система должна не только фиксировать факт пересечения линии ворот и оценивать скорость мяча, но и определять направление его движения относительно ворот, а также тип и направление вращения. Эти данные должны использоваться для автоматической адаптации системы ворот к траектории мяча.

2. Требования к продукту (регламент, ТЗ)

Главной задачей является разработка программно-аппаратного комплекса (ПАК), способного в автоматическом режиме определять положение мяча относительно ворот, его скорость, направление движения, параметры вращения и использовать эти данные для адаптации положения системы.

Предлагается разработать устройство любого конструктивного исполнения, со следующими требованиями:

- При разработке могут использоваться: готовые аппаратные модули (ESP-WROOM-32 DevKit v1, ESP8266, Arduino Nano или иные отладочные платы Arduino), акселерометры, гироскопы, Bluetooth-модули, модули Wi-Fi, радиомодули, датчики линии, RFID-модули, фотодиоды, ИК-датчики, светодиоды, дисплей (LCD или OLED), лазеры, ультразвуковые датчики расстояния, лазерные датчики расстояния, аккумуляторы, модули контроля питания, кнопки, шаговые двигатели, двигатели постоянного тока.
- Для определения попадания мяча может быть реализована любым способ (через RFID / фотодиоды / ИК-модули / через определение мощности с помощью беспроводных). С помощью данных с акселерометра через модули беспроводной передачи данных передаются на микроконтроллер и анализируются, для определения скорости мяча и направление его вращения. ПАК реализуется с применением технологий 3D-моделирования и 3D-печати.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”.**

Командный кейс № 4 "Система трекинга и распознавания голов в футболе"

- ПАК должен выполнять функции определения пересечения мячом линии ворот и определения скорости движения, его вращения и направления движения в любой момент, а также осуществлять автоматическую подстройку ворот на основе этих данных.
- Разрабатываемый ПАК должен состоять из следующих подсистем:
 - подсистема мяча (ПМ) с закрепленными внутри микроконтроллером с модулем беспроводной передачи данных и акселерометром, и/или гироскопом;
 - подсистема определения гола (ПОГ) для приема данных с модуля беспроводной системы передачи данных с ПМ о параметрах движения мяча;
 - подсистемы подстройки ворот под мяч (ППВМ) для автоматического попадания мяча в ворота.
- ПМ представляет собой теннисный мяч или иной круглый объект (далее - мяч) с расположенной внутри электроникой и должна учитывать следующие требования:
 - микроконтроллер с подключенным или встроенным модулем беспроводной передачи данных, с подключенными акселерометром и/или гироскопом.
 - подсистема должна передавать данные о скорости, ускорениях и угловых скоростях (данные для расчета вращения) на ПВМ через модуль беспроводной передачи данных;
 - подсистема должна иметь собственное питание, заряжающее беспроводным или проводным путем;
 - расположение электроники не должно смещать центр тяжести мяча.
- ПОГ представляет собой систему из футбольных ворот (рис. 1.) с установленной на ней электроникой для определения попадания мяча за линии ворот и должна учитывать следующие требования:
 - система оценки попадания мяча в ворота может быть реализована любым способом (через RFID / фотодиоды / ИК-модули / через определение мощности с помощью беспроводных);
 - при попадании мяча в ворота мяча должно отображаться количество попаданий на дисплее, расположенном в верхней части ворот;
 - должна быть учтена кнопка сброса количества попаданий мяча в ворота;
 - при создании конструкции ПОГ допускается использование деталей, изготовленных только при помощи 3D-печати;
 - конструкция ПОГ должна быть устойчива и соответствовать требованиям по габаритным параметрам (размером не более 100x50x50 см. (ДxШxВ));
 - недопустимо открытое расположение проводов подключения электроники
 - время распознавания гола не должно превышать 1 секунды;

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”.**

Командный кейс № 4 "Система трекинга и распознавания голов в футболе"

- специальных требований к питанию подсистемы ПОГ не предъявляется.

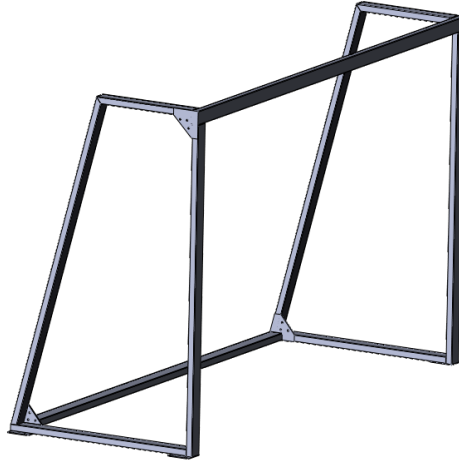


Рисунок 1. Пример исполнения ворот

- ППВМ представляет из себя систему, позволяющую передвигать ворота по длинной стороне с помощью шагового двигателя или двигателя постоянного тока вдоль линейных направляющих, закрепленных или встроенных в основание ворот, и при реализации должна учитывать следующие требования:
 - подсистема имеет размер 200x50x50 см (ДxШxВ);
 - подсистема управляется микроконтроллером ПОГ;
 - ППВМ подстраивает положение ворот под мяч на основе данных от ПМ.
 - исходным положением системы ППВМ является центральное положение по направляющему элементу;
 - после срабатывания система возвращается в исходное (центральное) положение или в режим ожидания следующего определения траектории;
 - специальных требований к питанию подсистемы ПВМ не предъявляется;
 - для реализации системы ППВМ допустимо использование любых решений по перемещении системы ПОГ, в том числе и задействование деталей, не реализованных с помощью 3D-печати.
- Исключается подключение ПАК или его подсистем к персональному компьютеру, за исключением демонстрации испытания №1. 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 ПМ, ПОГ, ППВМ и удовлетворять следующим условиям:
 - все элементы ПАК должны быть надежно зафиксированы внутри своего корпуса с предусмотренными посадочными местами. При наличии у микроконтроллера или иных

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”.**

Командный кейс № 4 "Система трекинга и распознавания голов в футболе"

используемых модулей 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
М 6	1 / 5
М 7	1 / 6
М 8	1.25 / 6.7

- размеры корпуса ПМ не должен превышать в диаметре 25 см.;
- разработанные корпуса для подсистем должно быть надежно закреплены, провода скрыты, допустимы открытые провода для подключения к внешнему источнику питания;
- 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,

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”.**

Командный кейс № 4 "Система трекинга и распознавания голов в футболе"

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 **3-х испытаний**:

- Участники размещают в зоне обзора камеры разработанную систему ПАК.
- Подключают систему ПАК к внешнему источнику питания.
- Испытание № 1 «Калибровка и демонстрация передачи данных с мяча (ПМ)»
 - Цель испытания - продемонстрировать, что мяч (ПМ) корректно собирает данные с акселерометра/гироскопа и передает их на подсистему ворот (ПОГ) по беспроводному каналу. Убедиться, что центр тяжести мяча не смещен.
 - Процедура проведения:
 1. Участник размещает в кадре мяч (ПМ) и подсистему ворот (ПОГ) с подключенным дисплеем. Ворота находятся в выключенном состоянии. Мяч лежит неподвижно.
 2. Участник включает питание ПМ и ПОГ.
 3. Участник берет мяч в руку и начинает его медленно вращать вокруг разных осей, а затем перемещать в пространстве. На дисплее персонального компьютера в реальном времени должны отображаться числовые значения или графики, подтверждающие прием данных: ускорение по осям (X, Y, Z), угловая скорость,
 4. Участник кладет мяч на наклонную плоскость (например, доску). Мяч должен катиться по ней естественно, без выраженного смещения в одну сторону и не останавливаясь в одном и том же положении. Это доказывает, что электроника не сместила центр тяжести.
 - Фиксация результата: Видео должно четко показывать синхронность движений мяча и изменения данных на дисплее персонального компьютера.
- Испытание № 2 «Определение гола и подсчет очков (ПОГ)»
 - Цель испытания - продемонстрировать безотказную работу системы определения пересечения линии ворот с фиксацией гола на дисплее, уложившись во время реакции менее 1 секунды.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”.**

Командный кейс № 4 "Система трекинга и распознавания голов в футболе"

○ Процедура проведения:

1. Участник устанавливает ворота (ПОГ). Дисплей показывает "0". ППВМ отключена или заблокирована в центральном положении.
2. Участник берет мяч (ПМ) и, двигаясь с разных направлений, забрасывает его в ворота. Необходимо продемонстрировать несколько сценариев:
 - а) Мяч катится по земле и пересекает линию ворот (положительный результат - мяч в воротах).
 - б) Мяч летит по воздуху и приземляется за линией ворот (положительный результат - мяч в воротах).
 - в) Мяч ударяется в штангу и отскакивает, не пересекая линию (отрицательный результат - мяч не попал в ворота).
3. При каждом успешном пересечении линии ворот система должна издать увеличивать счетчик на дисплее (увеличение на 1 очко).
4. Время между физическим пересечением линии и реакцией системы (сигнал + обновление счета) должно быть не больше 1 секунды.
5. При промахе счетчик не должен изменяться.
6. После нескольких забитых голов участник нажимает кнопку сброса на воротах. Счетчик должен обнулиться.

● Испытание № 3 «Определение траектории и типа вращения»

- Цель испытания - показать, что система не только фиксирует гол, но и на основе данных с ПМ определяет направление движения мяча и тип его вращения.
- Участник выполняет имитацию серии ударов по мячу с разными параметрами:
 1. Удар по центру без вращения. Система должна показать на персональном компьютере следующий текст: "Направление: Центр", "Вращение: Нет" (или слабое).
 2. Удар по центру с верхним вращением (наклбэк). Система должна показать на персональном компьютере следующий текст: "Направление: Центр", "Вращение: Верхнее".
 3. Удар в правый угол с боковым вращением (закрутка). Система должна показать на персональном компьютере следующий текст: "Направление: Право", "Вращение: Боковое".

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”.**

Командный кейс № 4 "Система трекинга и распознавания голов в футболе"

4. Удар в левый угол с нижним вращением (резанный удар). Система должна показать на персональном компьютере следующий текст: "Направление: Лево", "Вращение: Нижнее".
- Испытание №4 «Автоматическая подстройка ворот (ППВМ)»
 - Цель испытания - продемонстрировать полный цикл работы ПАК на основе данных о траектории мяча система автоматически перемещает ворота, чтобы "поймать" мяч.
 - Процедура проведения:
 1. Вся система ПАК собрана. ППВМ (подвижные ворота на направляющих) включена и находится в исходном (центральном положении). Участник объявляет, что система переходит в автоматический режим.
 2. Участник выполняет имитацию серии ударов по мячу по следующим сценариям:
 - a) Удар по центру ворот.
 - b) Удар в правый угол ворот.
 - c) Удар в левый угол ворот.
 3. Движение ворот должно быть плавным и управляемым микроконтроллером.
 4. После удара система ППВМ автоматически возвращает ворота в центральное положение, готовясь к следующей "атаке".
 - 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.), Bluetooth-модули, акселерометры, гироскопы, резисторы, конденсаторы, батарейки, серводвигатели, плата расширения (шилд) с драйвером моторов, двигатели постоянного тока, шаговые двигатели, датчики линии, модули Wi-Fi, радиомодули, датчики линии, RFID-модули, фотодиоды, ИК-датчики, светодиоды, дисплей (LCD или OLED), лазеры, ультразвуковые датчики расстояния, лазерные датчики расстояния, аккумуляторы, модули контроля питания, кнопки, монтажная плата (breadboard), коннекторы, маленькая монтажная плата для распайки, болты, леска, нить, веревка, пластик для 3D принтера, 3D принтер,

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”.**

Командный кейс № 4 "Система трекинга и распознавания голов в футболе"

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.
- d. Общее описание функций разработанного решения (теоретическое описание функций, которое реализует разработанное устройство; расчёт и обоснование метода определения скорости).
- 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 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 визуально 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, 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.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”.**

Командный кейс № 4 "Система трекинга и распознавания голов в футболе"

- 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. Видеоролик, (минимум 1 шт.) демонстрирующий функционирование разработанного устройства в соответствии с регламентом испытаний. На видео необходимо 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.
- n. Заключение, результаты работы, анализ функционирования разработанного устройства, предложения по возможному улучшению устройства.
- o. Список литературных источников.

6. Требования к оформлению документации

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”.**

Командный кейс № 4 "Система трекинга и распознавания голов в футболе"

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.
 - b. Таблицы должны иметь названия и порядковую нумерацию. Нумерация таблиц должна быть сквозной для всего текста отчета.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”.**

Командный кейс № 4 "Система трекинга и распознавания голов в футболе"

- 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.
 - c. Перечисления приводятся с абзацного отступа 1,25 пт., без отступов слева и выступов справа в столбик.
8. Список использованных источников:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”.**

Командный кейс № 4 "Система трекинга и распознавания голов в футболе"

- 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 .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.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Профиль “Инженерия”.**

Командный кейс № 4 "Система трекинга и распознавания голов в футболе"

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
Профиль “Инженерия”.**

Командный кейс № 4 "Система трекинга и распознавания голов в футболе"

9. Материалы для подготовки

- Wokwi — это бесплатное веб-приложение для работы с электронными компонентами и написания программного кода. URL: <https://wokwi.com/>
- Wokwi создание схем и Arduino проектов. URL: <https://wokwi.com/arduino>
- Wokwi создание схем и ESP32 проектов. URL: <https://wokwi.com/esp32>
- 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
- 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
- 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>