

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

1. Формулировка задачи (условия)

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

2. Требования к продукту (регламент, ТЗ)

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

Требования к ПАК.

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

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

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

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

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

Требования к полигону:

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

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

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

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

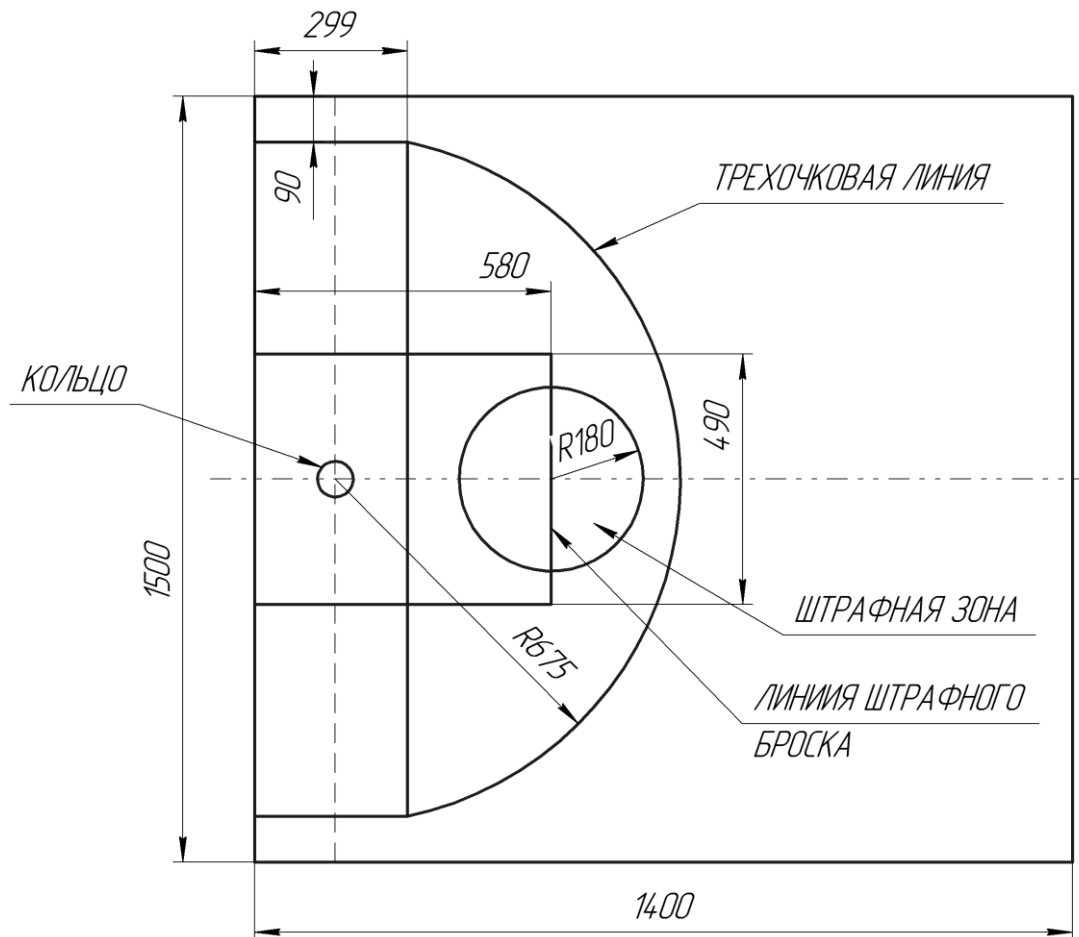


Рисунок 1 – Схема игрового поля

Дополнительные разъяснения правил игры.

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

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

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

3. Порядок испытаний устройства

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

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

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

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

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

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

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

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

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

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

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

4. Рекомендованные материалы для выполнения.

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

5. Требования к результатам решения кейсового задания

Документация в обязательном порядке должна включать в себя:

- а. Титульный лист (школа, авторы, название кейса, название команды, руководитель).
- б. Цель и задачи работы.
- в. Описание команды, распределение ролей, функций и обязанностей каждого участника команды.
- г. Общее описание функций разработанного решения (теоретическое описание функций, которое реализует разработанное устройство).
- д. Описание используемых аппаратных и программных узлов, модулей, фреймворков и других инструментов.
- е. Функциональное описание разработанного решения в виде UML-диаграмм:
 - 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)
- ж. Описание кинематической системы разработанного устройства в виде схемы, диаграмм, подробно описывавшие все аспекты кинематического движения, реализующегося во время функционирования устройства.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

- h. Разработанные 3D-модели в форматах .obj, .stl или .step, скриншоты разработанных 3D-моделей (как системы в целом, таким и отдельный ее частей), чертежи каждой отдельной части устройства, а также сборочный чертеж всего разработанного устройства. 3D-модели должны находиться в репозитории проекта в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)
- i. Описание электротехнической схемы разработанного устройства в виде изображений электрической принципиальной схемы, монтажной схемы, топологии собственной разработанной печатной платы.
- j. Алгоритм работы разработанного программного обеспечения в виде блок-схем.
- k. Код разработанного программного обеспечения должен быть представлен в виде ссылки на репозиторий проекта с кодом в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.). Любые архивы с загруженными исходными кодам (.zip, .rar и т.п.) загружать в другие хранилища данных запрещается.
- l. Фотографии разработанного устройства и его составных частей. Также располагается в репозитории проекта в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)
- m. Видеоролик, демонстрирующий функционирование разработанного устройства в соответствии с регламентом испытаний. На видео необходимо продемонстрировать прохождение каждого, описанного в регламенте, испытаний в соответствии с условиями. При необходимости испытательный полигон подготавливается самостоятельно по предложенной к условию задачи схеме (при его наличии в ТЗ). Видео испытаний готового решения должно однозначно подтверждать авторство участников (во время записи ролика необходимо четко произнести название команды, ФИО участников, номер школы, ФИО руководителя). Видеоролик располагается на стороннем видеохостинге (ВКонтакте, Rutube и др.), ссылка на видеоролик располагается в репозитории в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.). Весь порядок испытаний от подготовки к испытаниям до завершения последнего этапа должен быть записан на видео одним дублем без склейки и монтажа. В течении всего видео в кадре должен быть разработанный командой робот и как минимум один из участников команды, выполняющий все операции с роботом. Вход и выход участников, передача инструмента, деталей и других вещей из кадра недопустимо. Допускается использование второй камеры для более детализированной демонстрации ключевых моментов. Видео должно быть со звуком, на котором отчетливы слышны подаваемые голосовые команды. На видеозаписи должно быть

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

Командный кейс №4 "Стритбол с роботами"

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

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

6. Требования к оформлению документации

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

К оформлению документации предъявляются следующие требования:

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

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Продуктовый сектор. Профиль "Инженерия".

Командный кейс №4 "Стритбол с роботами"

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

5. Таблицы:

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

6. Изображения:

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

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

Командный кейс №4 "Стритбол с роботами"

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

7. Перечисления:

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

8. Список использованных источников:

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

9. Приложения:

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

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

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

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

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

7. Процедуры (этапы) решения

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

8. Требуемые знания для решения задачи

1. Предметные (физика, информатика, математика).

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

2. Знание логики программирования на языках C-диалекта и навык разработки программного обеспечения.
3. Навыки работы с системами автоматизированного проектирования для 3D-моделирования и проектирования радиоэлектронных средств.
4. Навыки работы с микроконтроллерной техникой и периферийными устройствами, а также навыки монтажа электрических схем.
5. Навыки работы с системами контроля версий.
6. Навыки командной работы.
7. Навыки представления результатов работы.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Продуктовый сектор. Профиль “Инженерия”.

Командный кейс №4 “Стритбол с роботами”

9. Материалы для подготовки

- Стритбол. Википедия. Свободная энциклопедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B1%D0%BE%D0%BB>
- Баскетбол. ballgames.ru. 2024. URL: <https://www.ballgames.ru/%D0%B1%D0%B0%D1%81%D0%BA%D0%B5%D1%82%D0%B1%D0%BE%D0%BB/>
- Tinkercad — это бесплатное веб-приложение для 3D-проектирования, работы с электронными компонентами и написания программного кода. URL: <https://www.tinkercad.com/>
- TinkerCad создание схем и Arduino проектов. URL: <https://arduino-tex.ru/news/1/izuchaem-arduino-bez-arduino-c-pomoshchyu-tinkercad-i-ego-servisov.html>
- Моделирование на UML. URL: <http://book.uml3.ru/>
- Саймон Монк Мейкерство. Arduino и Raspberry Pi. Управление движением, светом и звуком: Пер. с англ. - СПб.: БХВ-Петербург, 2017. - 336 с.: ил.
- Саймон Монк Програмируем Arduino. Профессиональная работа со скетчами. - СПб.: Питер, 2017.
- Обучающие уроки и проекты для Arduino, ESP, Raspberry Pi. URL: <https://lesson.iarduino.ru>
- Raspberry GPIO. URL: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/raspberry-gpio/all>
- Петин В. А. Микрокомпьютеры Raspberry Pi. Практическое руководство. — СПб.: БХВ-Петербург, 2015. - 240 с.: ил. - (Электроника)
- OpenCV — библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом. URL: <https://opencv.org/>
- Instructables — это веб-сайт, специализирующийся на созданных и загруженных пользователями самостоятельных проектах URL: <https://www.instructables.com>
- Все о прототипировании. URL: <https://www.3dhubs.com/knowledge-base>
- База знаний Амперки: инструкции и подсказки по Arduino и Raspberry Pi, оригинальные проекты, схемы распиновки модулей и datasheet'ы, теория электричества для начинающих и другая полезная информация. URL: <http://wiki.amperka.ru/>
- T-FLEX CAD — российская система автоматизированного проектирования, объединяющая в себе параметрические возможности 2D и 3D моделирования со средствами создания и оформления чертежей и конструкторской документации в соответствии с ЕСКД и зарубежными стандартами. URL: <https://www.tflexcad.ru/download/t-flex-cad-free/>
- Программное обеспечение для 3D-моделирования и конструирования от Autodesk. URL: <https://www.autodesk.com/education/students>
- КОМПАС-3D – это российская система трехмерного проектирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий и сотен тысяч профессиональных пользователей. URL: <https://kompas.ru/solutions/education/>
- Система контроля версия GitHub. URL: <https://github.com/>
- Система контроля версия GitLab. URL: <https://about.gitlab.com/>
- Документация по GitHub. URL: <https://docs.github.com/ru/get-started/quickstart/hello-world>