

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

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

---

#### 1. Формулировка задачи (условия)

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

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

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

В процессе демонстрации задания оцениваются следующие функции робота:

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

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

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

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

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

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

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

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

Таблица 1. Параметры объектов.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Продуктовый сектор. Практика «Инженерия».

Командный кейс №2 "Поиск и доставка"

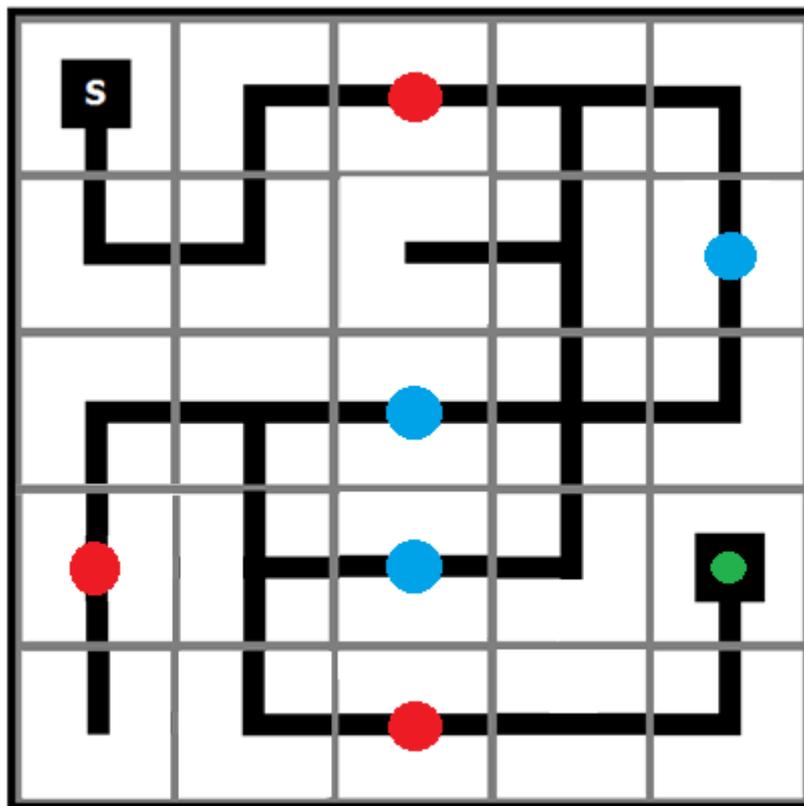


Рис. 2. Пример сборки модульного лабиринта. На схеме обозначены красными и синими кругами – примеры секций для размещения объектов для взаимодействия, «S» - секция типа «Площадка», оборудованная как зона старта, «Площадка» с зеленым кругом – «Финиш» с объектом для перевозки.

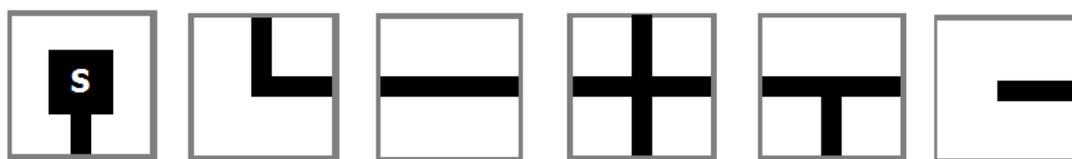


Рис. 3. Виды секций лабиринта и их количество для формирования произвольных лабиринтов. «Площадка» - 2 шт, «Поворот» - 10шт, «Прямая» - 8шт, «Перекресток - X» - 3шт, «Перекресток - T» - 6шт, «Тупик» - 2шт.

Модули трассы можно изготовить из бумаги, картона, рекомендуется изготовить из фанеры. Предлагается выбирать наиболее доступные материалы с учетом возможной настройки робота. Для демонстрации работы автономных роботов трасса выполнена в виде темных линий на светлом фоне.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

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

---

#### 3. Порядок испытаний устройства

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

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

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

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

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

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

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

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

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

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

Документация в обязательном порядке должна включать в себя:

- a. Титульный лист (школа, авторы, название кейса, название команды, руководитель).
- b. Цель и задачи работы.
- c. Описание команды, распределение ролей, функций и обязанностей каждого участника команды.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

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

---

- d. Общее описание функций разработанного решения (теоретическое описание функций, которое реализует разработанное устройство).
- e. Описание используемых аппаратных и программных узлов, модулей, фреймворков и других инструментов.
- f. Функциональное описание разработанного решения в виде UML-диаграмм:
  - i. Диаграмма вариантов пользовательского взаимодействия с системой (use case diagram)
  - ii. Диаграмма автомата (state machine diagram)
  - iii. Диаграмма последовательности (sequence diagram)
  - iv. Диаграмма компонентов (component diagram)
- g. Описание кинематической системы разработанного устройства в виде схемы, диаграмм, подробно описывавшие все аспекты кинематического движения, реализующегося во время функционирования устройства.
- h. Разработанные 3D-модели в форматах .obj, .stl или .step, скриншоты разработанных 3D-моделей (как системы в целом, таким и отдельный ее частей), чертежи каждой отдельной части устройства, а также сборочный чертеж всего разработанного устройства. 3D-модели должны находиться в репозитории проекта в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)
- i. Описание электротехнической схемы разработанного устройства в виде изображений электрической принципиальной схемы, монтажной схемы, топологии собственной разработанной печатной платы.
- j. Алгоритм работы разработанного программного обеспечения в виде блок-схем.
- k. Код разработанного программного обеспечения должен быть представлен в виде ссылки на репозиторий проекта с кодом в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.). Любые архивы с загруженными исходными кодам (.zip, .rar и т.п.) загружать в другие хранилища данных запрещается.
- l. Фотографии разработанного устройства и его составных частей, также располагается в репозитории проекта в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)
- m. Видеоролик, демонстрирующий функционирование разработанного устройства в соответствии с регламентом испытаний. На видео необходимо продемонстрировать прохождение каждого, описанного в регламенте, испытаний в соответствии с условиями. При необходимости испытательный полигон подготавливается самостоятельно по предложенной к условию задачи схеме (при его наличии в ТЗ). Видео

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

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

---

испытаний готового решения должно однозначно подтверждать авторство участников (во время записи ролика необходимо четко произнести название команды, ФИО участников, номер школы, ФИО руководителя). Видеоролик располагается на стороннем видеохостинге (ВКонтакте, Rutube и др.), ссылка на видеоролик располагается в репозитории в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)

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

## 6. Требования к оформлению документации

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

К оформлению документации предъявляются следующие требования:

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

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика "Инженерия". Командный кейс №2 "Поиск и доставка"

---

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

### 5. Таблицы:

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

### 6. Изображения:

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

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

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

---

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

#### 7. Перечисления:

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

#### 8. Список использованных источников:

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

#### 9. Приложения:

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

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

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

---

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

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

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

## 7. Процедуры (этапы) решения

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

## 8. Требуемые знания для решения задачи

1. Предметные (физика, информатика, математика).

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

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

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

---

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

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Продуктовый сектор. Практика “Инженерия”.

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

---

#### 9. Материалы для подготовки

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