

Технологическое мейкерство

2022/23 учебный год

Инженерный тур

Общая информация

Разработка, изготовление, сборка и программирование системы оповещения участников дорожного движения о намерениях велосипедиста совершить маневр (или Системы Оповещения о Маневре, СОМ). Результатом является работающее устройство

Легенда задачи

Количество велосипедистов на дорогах наших городов неуклонно растет. Многие люди выбирают велосипед как альтернативный способ передвижения по городу. Активно развиваются курьерские службы доставки, использующие велосипед в качестве транспортного средства. Вам необходимо продумать, разработать и создать прототип светодиодной Системы Оповещения о Маневрах (СОМ), которое повысит безопасность всех участников дорожного движения.

СОМ должна состоять из двух частей:

- пульта управления (ПУ), расположенного на руле велосипеда;
- системы индикации (СИ), расположенной на спине/рюкзаке велосипедиста.

Обе части СОМ, то есть и Пульт, и Система индикации, должны иметь возможность легкого монтажа/демонтажа и переноса СОМ на другой велосипед/рюкзак. Управление Системой индикации должно осуществляться с пульта управления; передача данных между ПУ и СИ должна осуществляться по Bluetooth.

Требования к команде и компетенциям участников

Количество участников в команде: 4–5.

1. Капитан Команды.

Архитектура проекта, распределение задач, контроль выполнения, расстановка приоритетов, распределение ресурсов, разрешение споров.

Необходимы компетенции: знание схемотехники, программирования контроллеров. Желаемые компетенции: 3D-моделирование, ЧПУ станки

2. Схемотехник.

Сборка схемы на беспаячной макетной плате для передачи программисту, разработка принципиальной схемы и печатной платы устройства, навесной монтаж (пайка) элементов на плату.

Необходимы компетенции: знание схемотехники, расчет электрических цепей, разработки печатной платы, навык пайки.

3. 3D-моделист.

Разработка корпуса устройства, печать корпуса.

Необходимы компетенции: навыки инженерного 3D-моделирования, понимание особенностей печати на 3D-принтере.

4. Инженер ЧПУ станка.

Разработка управляющей программы для фрезеровки платы и фрезеровка платы, печать корпуса устройства.

Необходимы компетенции: создание управляющей программы во FreeCad, работа с ЧПУ станком, запуск изделия на фрезеровку и 3D-печать.

5. Программист.

Разработка управляющего кода устройства.

Необходимы компетенции: опыт работы в Arduino IDE, программирование контроллеров.

Оборудование и программное обеспечение

Наборы оборудования на команду:

1. Наборы схмотехники, включающие в себя все необходимые для выполнения задания компоненты (светодиодную ленту, цифровые и аналоговые датчики, беспаячные макетные платы, блютуз-модуль, элементы питания и т. д).
2. Несколько вариантов микроконтроллеров, (Arduino nano, RobboEDK, ESP).
3. Набор для пайки, паяльные станции, пластик для 3D-печати.
4. Текстолит для фрезеровки платы.
5. ЧПУ станок с возможностью фрезеровки текстолита и 3D-печати, <https://robbo.ru/products/q-fab/>.
6. Общее дополнительное оборудование/дополнительные материалы и ручной инструмент, которые могут потребоваться в процессе выполнения задания: ножовка, дрель, сверла, липучка для крепления устройства к плоской поверхности, ткань, ножницы и т. д. — несколько вариантов на выбор команд.

Таблица VI.2.1: Набор электронных компонент, предоставляемый каждой команде

	Наименование	Ссылка
1	Arduino UNO	
2	Arduino Nano	
3	Bluetooth hc-05	https://smdx.ru/bluetooth-hc05-6p
4	ROBBO EDK	
5	Mini ESP 32	https://www.youbot.ru/product/plata-d1-mini-esp32-esp-32-wi-fi-bluetooth
6	Дента адресная 5в 60св/м rgb	
7	Rgb-светодиод с общим катодом	
8	Тумблер трехпозиционный	https://roboshop.spb.ru/radio/knopki-pereklyuchateli-i-tumblery/mts-103
9	Ультразвуковой датчик HC-SR04	
10	Кнопка без фиксации ≈ 10 мм	

11	Акселерометр	https://roboshop.spb.ru/sensors/datchiki-navigacii/gy-291-adxl345
12	Фоторезистор 2–5 кОм	
13	Провода для пайки луженые для логических сигналов (тонкие)	https://roboshop.spb.ru/cables/kabelno-provodnikovaja-produkcija/provod-montazhnyj-30awg/30awg-200m-black
14	Провода папа-папа, папа-мама, мама-мама	
15	PLS-40 (DS1021-1x40)	
16	Резисторы	https://roboshop.spb.ru/radio/600-resist-set
17	Преобразователь напряжения 5 в	https://roboshop.spb.ru/modules/dc-dc-preobrazovateli/dc-dc-preobrazovateli-povyshayushchie/mt3608
18	Аккумулятор 18650	
19	Зарядное устройство для аккумулятора	
20	Батарейный отсек 2 ячейки	https://roboshop.spb.ru/power/batarejnye-otseki/battery-holder-18650-x2
21	Батарейный отсек 1 ячейка	https://roboshop.spb.ru/power/batarejnye-otseki/battery-holder-18650-x1
22	Двусторонняя макетная плата	https://roboshop.spb.ru/breadboards/maketnye-platy-pod-pajku/pcb-2-side-9x15-green
23	Беспаячная макетка	
24	BMS для 1 ячейки	https://roboshop.spb.ru/modules/moduli-zaryada-akkumulyatorov/ef153-module
25	Переключатель ползунковый	https://roboshop.spb.ru/radio/knopki-pereklyuchateli-i-tumblery/ss-12d00-g3
26	Разъем штыревой «мама» 8×1	https://roboshop.spb.ru/radio/razieemy/shtyrkovye-razieemy/pbs-8

Рекомендованное программное обеспечение для инженерного тура:

- KiCad 6.0.9 для создания принципиальной схемы и разводки платы устройства <https://www.kicad.org/blog/2022/10/KiCad-6.0.9-Release/>;
- FreeCad или другой САПР для 3D-моделирования корпуса устройства:
 - FreeCad 0.20 для создания управляющей программы для фрезерования (обязательно!) <https://www.freecad.org/downloads.php?lang=ru>.
 - TinkerCad для быстрого прототипирования схемы, программы и 3D-модели <https://www.tinkercad.com>.

Описание задачи

Мы предлагаем вам на выбор 2 функциональных технических задания СОМ — минимальное и максимальное. Вам необходимо выбрать ТЗ, по которому вы создадите СОМ. Очень важно верно оценить свои силы и выбрать верную стратегию! То, что вы заявите на старте, будет оцениваться и на защите.

Минимальное функциональное ТЗ на СОМ:

- Пульт управления:
 - имеет возможность крепления на руль велосипеда с возможностью переноса на другой руль;
 - имеет сборно-разборный корпус;
 - взаимодействует с СИ по Bluetooth;
 - с помощью пульта, в ручном режиме (то есть нажатием на кнопку/поворотом джойстика/тумблера и т. д.) есть возможность включить сигнал поворота направо или налево и выключить этот сигнал;
 - с помощью пульта, в ручном режиме (то есть нажатием на кнопку/поворотом джойстика/тумблера и т. д.) есть возможность включить стоп-сигнал на СИ.
- Система индикации:
 - имеет возможность крепления на условную плоскую поверхность на спину/куртку/рюкзак велосипедиста;
 - имеет возможность переноса на другую спину/куртку/рюкзак;
 - взаимодействует с ПУ по Bluetooth;
 - отображает поворот путем зажигания светодиодов;
 - отображает торможение велосипеда стоп-сигналом путем зажигания светодиодов;
 - вне маневра светодиоды на СИ не горят.

Максимальное функциональное ТЗ на СОМ:

Включает в себя минимальное ТЗ и добавляются функции отслеживания препятствия, автоматического включения стоп-сигнала, автоматическое включение габаритов, автоматическое изменение интенсивности свечения в зависимости от уровня освещенности.

- Пульт управления Системой индикации:
 - имеет возможность крепления на руль велосипеда с возможностью переноса на другой руль;
 - имеет сборно-разборный корпус;
 - взаимодействует с СИ по Bluetooth;
 - с помощью пульта, в ручном режиме (то есть нажатием на кнопку/поворотом джойстика/тумблера и т. д.) есть возможность включить сигнал поворота направо или налево и выключить этот сигнал;
 - с помощью пульта, при торможении велосипеда, в автоматическом режиме (то есть с использованием датчиков), передается команда включить/выключить стоп-сигнал на СИ;
 - с помощью пульта, в автоматическом режиме (то есть с использованием датчиков) определяется уровень освещенности среды и передается коман-

-
- да повысить яркость свечения светодиодов в случае высокой освещенности и понизить — в случае низкой освещенности;
 - с помощью пульта, при низком уровне освещенности, вне маневра, на СИ передается сигнал зажечь габаритные огни;
 - на пульте загорается дополнительный сигнальный RGB светодиод при приближении в велосипедиста препятствия со спины ближе критического значения.
 - Система индикации:
 - имеет возможность крепления на условную плоскую поверхность на спине/куртку/рюкзак велосипедиста;
 - имеет возможность переноса на другую спину/куртку/рюкзак;
 - взаимодействует с ПУ по Bluetooth;
 - отображает поворот путем зажигания светодиодов;
 - отображать торможение велосипеда стоп-сигналом путем зажигания светодиодов;
 - зажигает габаритные огни в случае низкого уровня освещенности внешней среды;
 - понижает/повышает интенсивность свечения светодиодов в зависимости от уровня освещенности внешней среды;
 - вне маневра, за исключением случая зажигания габаритных огней, светодиоды на СИ не горят;
 - на СИ расположен ультразвуковой датчик для обнаружения препятствий, приближающихся к велосипедисту со спины.

Для решения задачи инженерного тура командам предоставлен набор электронных компонент. Какие именно компоненты использовать для решения задачи команда определяет самостоятельно.

В процессе работы проведены промежуточные оценивания полученных результатов в заранее указанное время. Если команда не сдает в указанное требуемый файл, она может сделать это позже, за вычетом штрафных баллов. Если команда вообще не сдает требуемый файл — баллы за промежуточное задание не начисляются. После оценивания промежуточного задания каждой команде делается указание на существующие ошибки. Благодаря этому команда может избежать ошибок на следующих этапах.

Этап 1. Функциональная схема устройства

Максимальный балл — 12.

Участники должны предоставить функциональную схему устройства в виде картинки с обозначенными значимыми модулями устройства и обозначенными потоками и направлением передачи данных, и связями между модулями.

Проработка функциональной схемы очень важна, так это базис будущего устройства. На этом этапе команда оценивает свои силы, продумывает архитектуру устройства и распределяет задачи между участниками.

Критерии оценивания функциональной схемы

Наличие ФС	0–1
Читаемость ФС	0–1
В ФС отражены функциональные связи между блоками	0–1
В ФС отражен модуль питания устройства	0–1
на ФС отражены датчик/датчики	0–1
на ФС отражены блоки индикации	0–1
на ФС отражены блоки передачи данных	0–1
на ФС отражен блок управления устройством (микроконтроллер)	0–1
на ФС отражен блок коммутации (кнопки, переключатели и т. д.)	0–1
На ФС отражены направления передачи данных между блоками	0–1
ФС не содержит ошибок — 2; ФС содержит ошибки, влияющие на отдельные функции — 1; ФС содержит ошибки, приводящие к неработоспособности устройства — 0	0–2

Этап 2. Принципиальная схема устройства

Максимальный балл — 20.

Участники должны предоставить принципиальную схему СОМ, состоящую из двух принципиальных схем — схемы Пульта и схемы Системы индикации. Участники передают файл/файлы в формате .pdf.

Критерии оценивания принципиальной схемы устройства

По умолчанию — 20 баллов, 10 за схему ПУ и 10 за схему СИ. Далее отнимаем по одному баллу за каждую ошибку в схеме и за каждый отсутствующий в схеме блок из этапа 1, функциональная схема устройств.

Этап 3. Файл трассировки печатной платы Пульта

Максимальный балл — 8.

Участники должны предоставить файл с трассировкой печатной платы Пульта в формате .pdf.

Критерии оценивания файла трассировки печатной платы Пульта

Наличие файла платы	0–1
Предусмотрены отверстия крепежа	0–1
Предусмотрены монтажные отверстия	0–1
Правильные диаметры отверстий для фрезеровки платы	0–1
Обозначен край платы	0–1
Плата соответствует принципиальной схеме Пульта из Этапа 2	0–1
Плата не содержит ошибок — 2; Плата содержит ошибки, влияющие на отдельные функции 1; Платы содержит ошибки, приводящие к неработоспособности устройства — 0.	0–2

Этап 4. Управляющая программа для фрезеровки платы Пульта

Максимальный балл — 16.

Участники должны предоставить файл в формате FCStd, содержащий в себе 3D-модель платы и необходимые настройки и стратегии обработки печатной платы в САМ-модуле FreeCad.

Критерии оценивания управляющей программы для фрезеровки платы

Открывается во FreeCad	0–1
Толщина платы соответствует предложенному текстолиту	0–1
У дорожек есть толщина	0–1
Есть все отверстия в 3D	0–1
Задана правильная система координат	0–1
Задана операция фрезерования дорожек	0–1
Задана операция сверления отверстий	0–1
Задана операция обработки контура	0–1
Есть технологические переключки для удержания платы в заготовке	0–1
Фрезы соответствуют выполняемым операциям	0–1
Правильно заданы размеры фрез	0–1
Правильно заданы скорости перемещения	0–1
Правильно заданы скорости обработки	0–1
Задана правильная скорость вращения шпинделя	0–1
Выбран правильный постпроцессор	0–1
Отсутствие столкновений фрезы с заготовкой и крепежом	0–1

Этап 5. 3D-модель Пульта

Максимальный балл — 11.

Участники должны предоставить файл (файлы) в формате STL.

Критерии оценивания 3D-модели Пульта

Есть stl файл/файлы	0–1
Модель правильно расположена на столе	0–1
Одна деталь — один файл	0–1
Корпус сборно-разборный	0–1
Компоненты фиксируются в корпусе	0–1
Предусмотрены технологические отверстия	0–1
Существует доступ к элементу питания	0–1
Есть доступ для перепрошивки контроллера без разборки корпуса Пульта	0–1
Габариты модели соответствуют плате пульта и обеспечивают установку всех компонент пульта	0–1
Много поддержек — 0; мало поддержек — 1, нет поддержек — 2	0–2

Этап 6. Алгоритм управляющего кода

Максимальный балл — 8.

Участники должны представить алгоритм управляющего кода устройства. Представить алгоритм можно в любом графическом/текстовом виде. По умолчанию — 8 баллов. Отнимаем по одному баллу за несоответствие алгоритма функциональной схеме и за ошибки, приводящие к неработоспособности отдельной функции/всего устройства.

Этап 7. Презентация работающего устройства

Максимальный балл — 32.

Команда должна продемонстрировать работающую Систему Оповещения о Маневрах. На защите оценивается:

- стратегия работы команды, а именно то, какое функциональное ТЗ команда решила реализовывать на старте инженерного тура;
- была ли проведена фрезеровка печатной платы;
- электромонтажная надежность изделия. Оценивается способ сборки электронных схем Пульта и Системы Индикации и монтаж электронных компонент: безопасная макетная плата, плата для прототипирования, печатная плата, изготовленная методом фрезерования, навесной монтаж;
- функционал изделия: работоспособность функций, описанных в функциональном ТЗ, выбранном командой;
- напечатанный на 3D-принтере корпус Пульта: наличие и соответствие размеров электронной начинке;
- возможность многократного монтажа/демонтажа Пульта к рулю, а Системы индикации к рюкзаку/спине велосипедиста. Надежность крепления Пульта и Системы индикации;

Эксперты имеют возможность отметить выдающееся решение дополнительными баллами.

Критерии оценивания

Уровень ТЗ, 1 балл за минимальное и 3 балла за максимальное ТЗ	1–3
Плата изготовлена методом фрезерования	0–1
Корпус пульта распечатан, собран, внутри помещаются все запланированные компоненты (нет 0, не все 1, все 2)	0–2
Электромонтажная надежность пульта (нет Пульта 0; макетка безопасная 1; монтаж без платы, навесным монтажом 2; монтаж на плате для прототипирования 3; монтаж на фрезерованной плате — 4)	0–4
Электромонтажная надежность системы индикации (нет —0; макетка безопасная —1; монтаж без платы 2; монтаж на плате для прототипирования —3)	0–3
Крепление пульта к рулю (не предусмотрено — 0; возможность монтажа/демонтажа к рулю — 1; надежность/сила фиксации — 2)	0–2
Крепление индикации к спине/рюкзаку (не предусмотрено — 0; возможность монтажа/демонтажа к плоской поверхности —1; надежность/сила фиксации — 2)	0–2

Работа функций по заявленной функциональной схеме (вписываем результат из Таблицы 2)	0–10
Личное мнение эксперта	0–5

Таблица VI.2.2: Работа функций по заявленной функциональной схеме

MIN. На пульте функционирует переключатель стрелок налево/направо	0–1
На СИ осуществляется смена сигналов налево/направо	0–1
Вне движения сигналы не горят	0–1
Стоп-сигналы работают в ручном режиме	0–1
Взаимодействие Пульта и СИ по блютуз/wi-fi	0–1
MAX. Стоп-сигналы срабатывают в автоматическом режиме при торможении	0–1
Габаритные огни зажигаются в автоматическом режиме при понижении уровня освещенности	0–1
Автоматическое понижение яркости светодиодов с зависимости от уровня освещенности	0–1
На СИ расположен ультразвуковой датчик препятствия	0–1
RGB светодиод на Пульте сигнализирует о препятствии	0–1

Решение задачи

Этап 1. Функциональная схема устройства

Решение команды «Папочка зол», 12 баллов из 12.

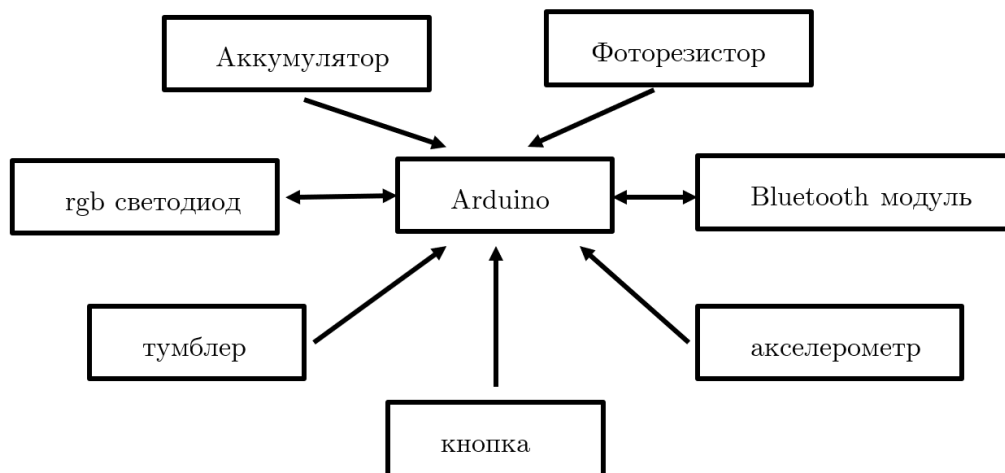


Рис. VI.2.1. Пульт управления

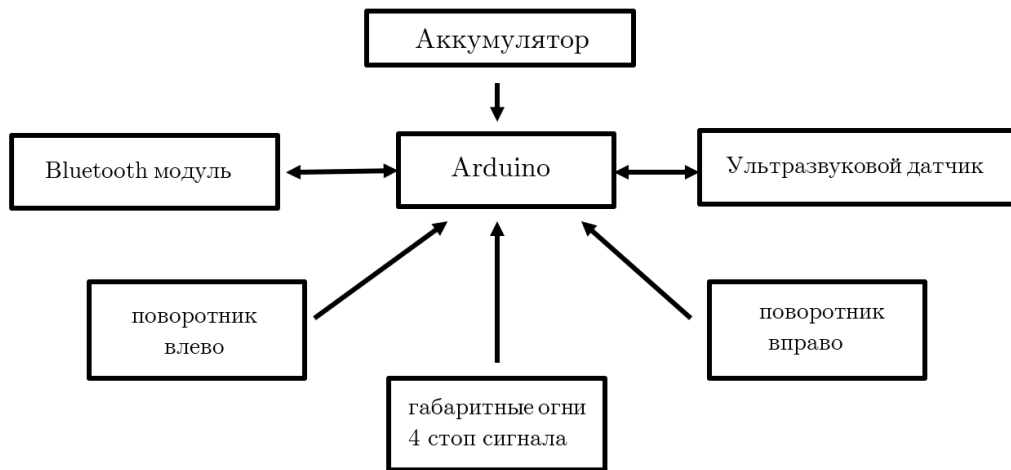


Рис. VI.2.2. Система индикации

Этап 2. Принципиальная схема устройства. Схема Пульта и Системы индикации

Решение команды Нечто, 17 баллов из 20.

Баллы сняты за следующие ошибки: Фоторезистор выведен на цифровой пин D8 в схеме пульта; не согласованы уровни bluetooth и Arduino nano в схеме пульта; не согласованы уровни bluetooth и Arduino nano в схеме СИ

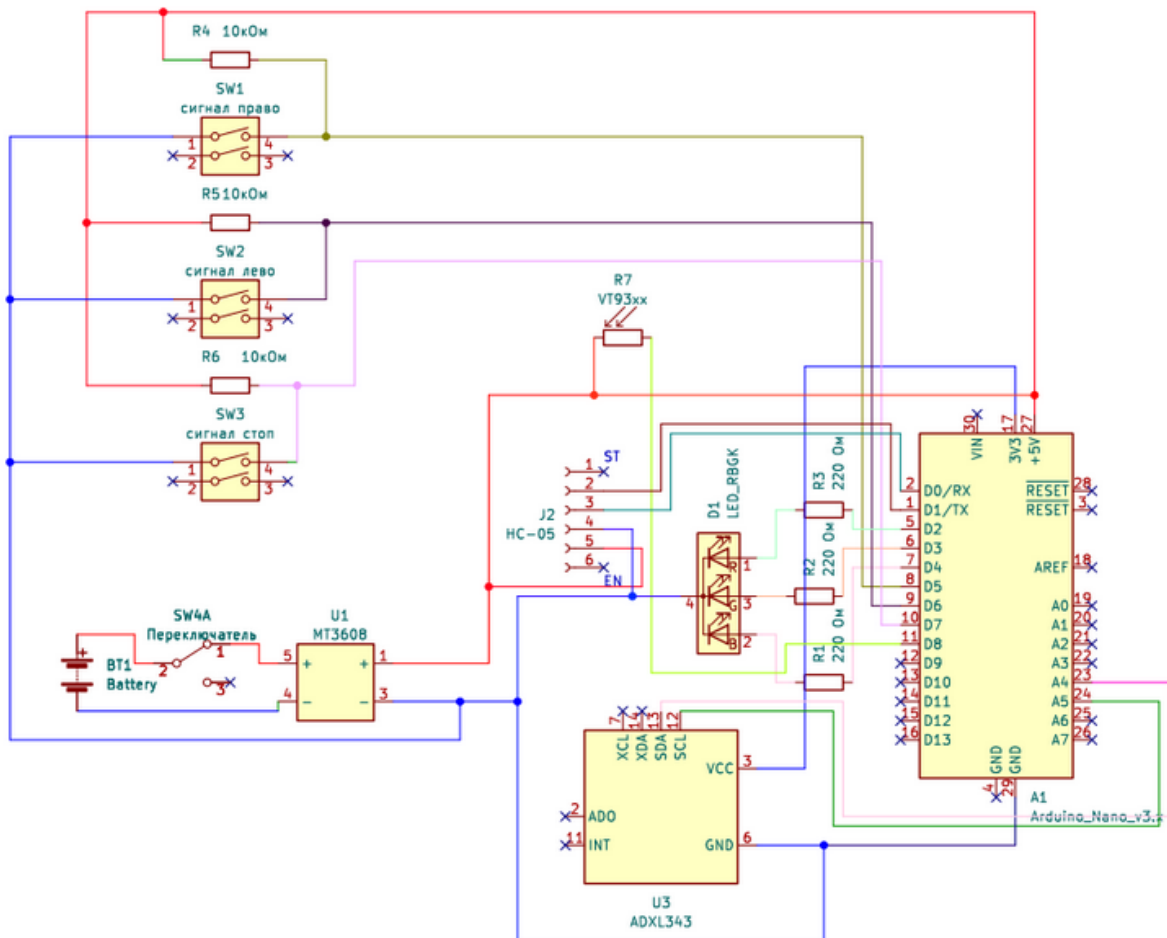


Рис. VI.2.3. Пульт

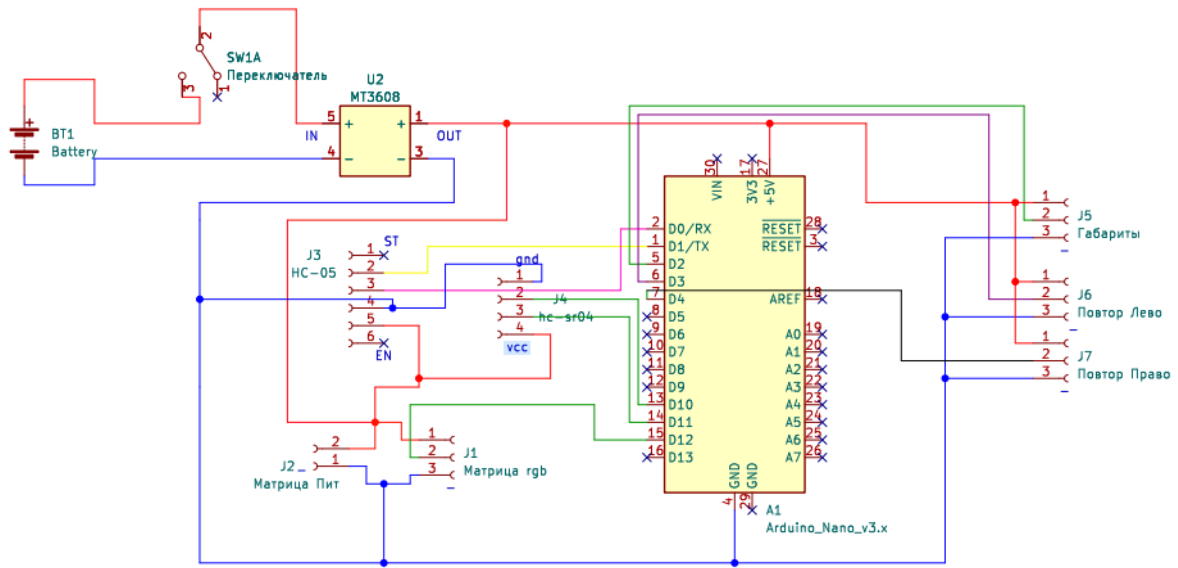
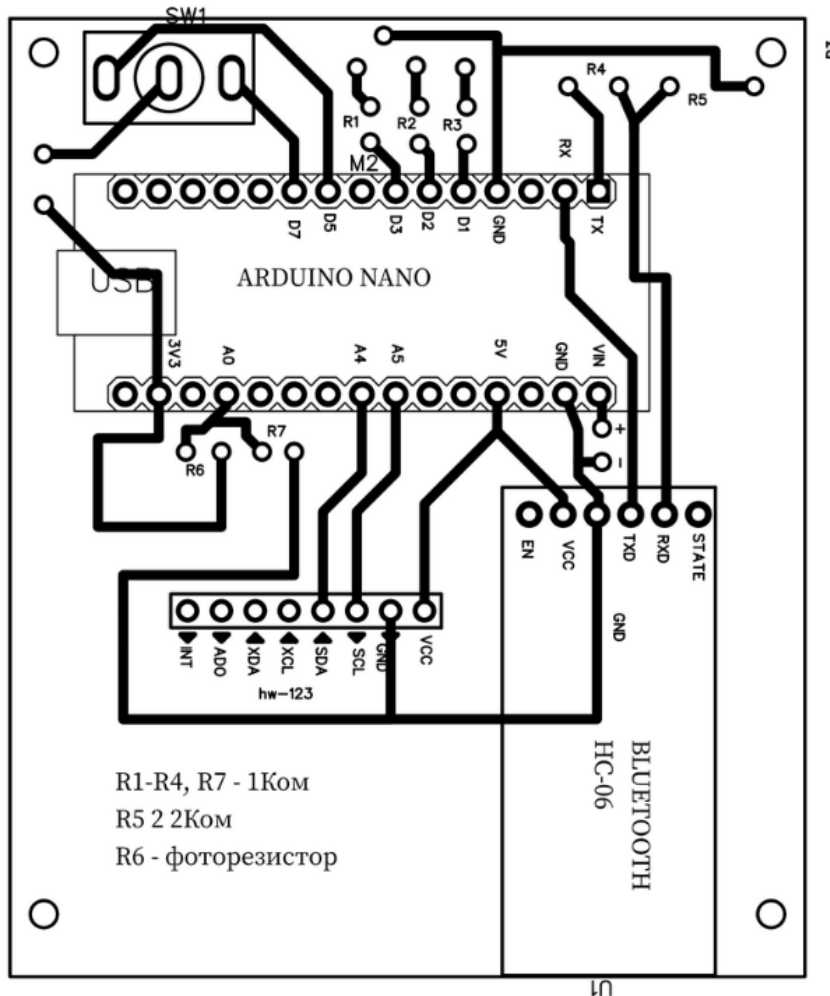


Рис. VI.2.4. Система индикации

Этап 3. Трассировка печатной платы

Решение команды Папочка зол, 8 баллов из 8.

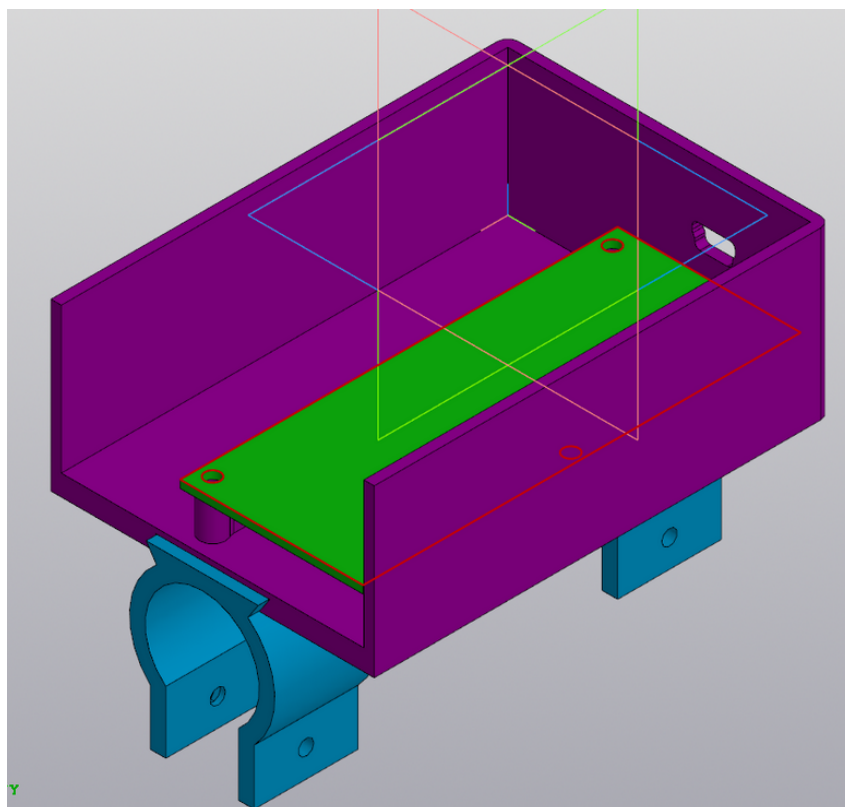
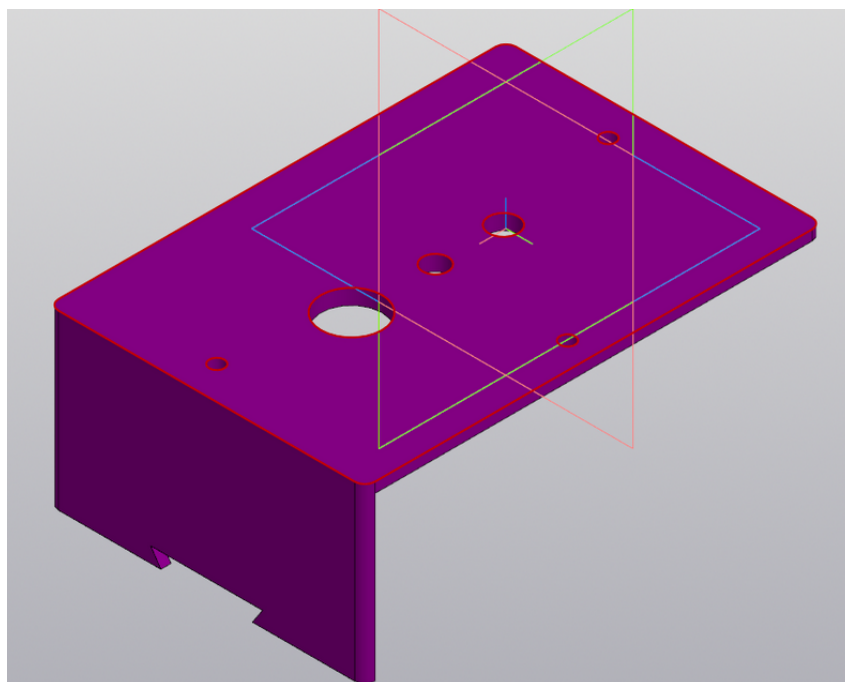


Этап 4. Управляющая программа для фрезеровки платы

Решение команды Розмыслы, 16 баллов из 16. Файл необходимо открывать в программе FreeCad: <https://disk.yandex.ru/d/Uq9zjW3uT15msw>.

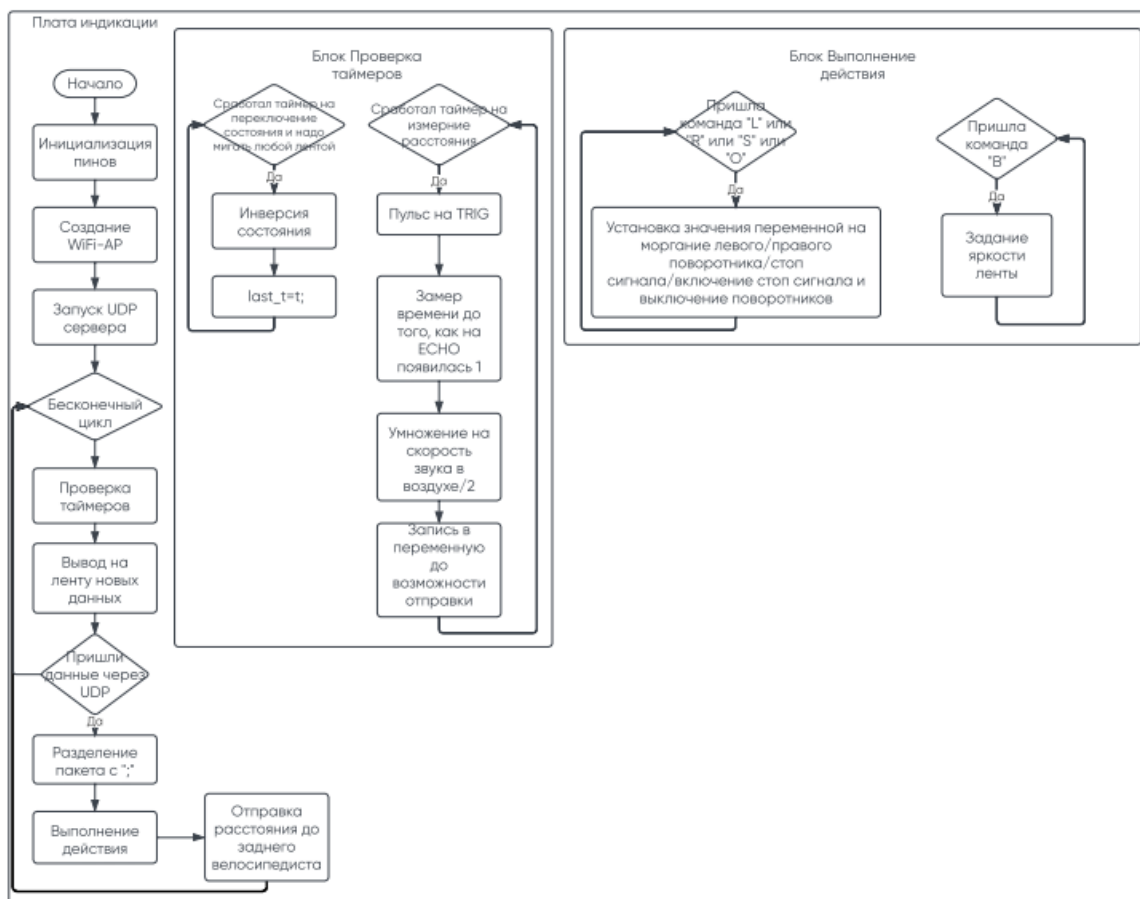
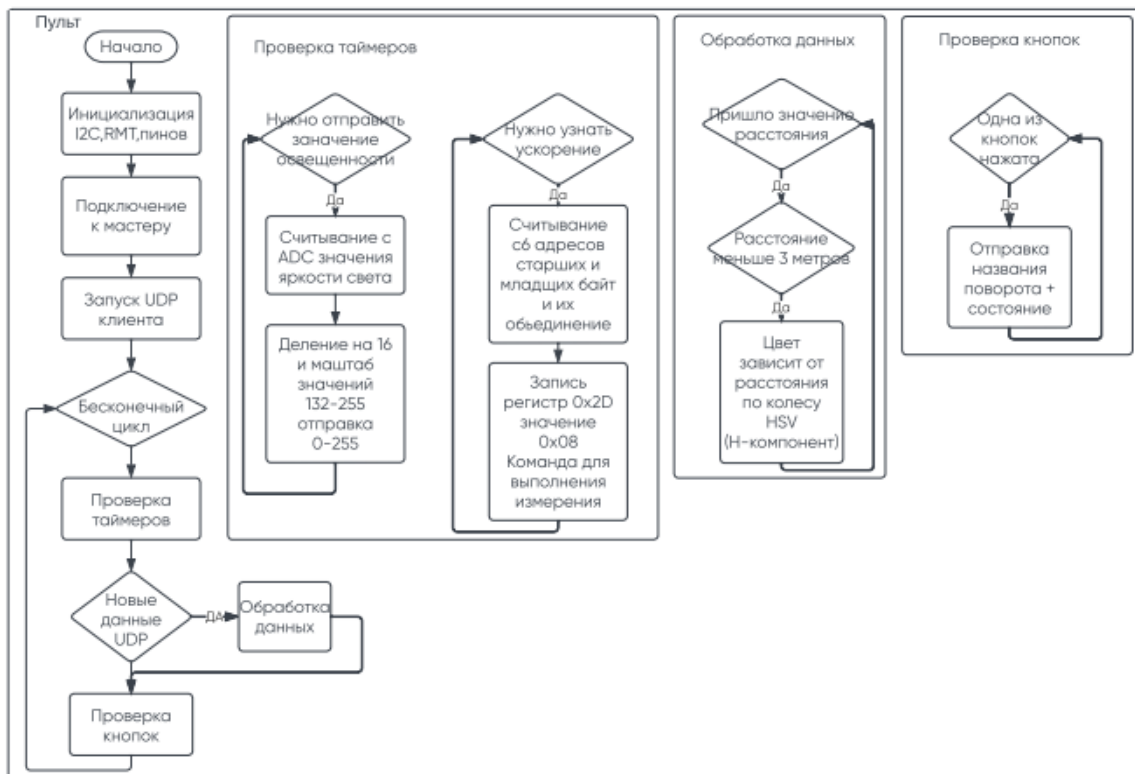
Этап 5. 3D-модель пульта

Решение команды РОЗМЫСЛЫ, 10 баллов из 11.



Этап 6. Алгоритм управляющего кода

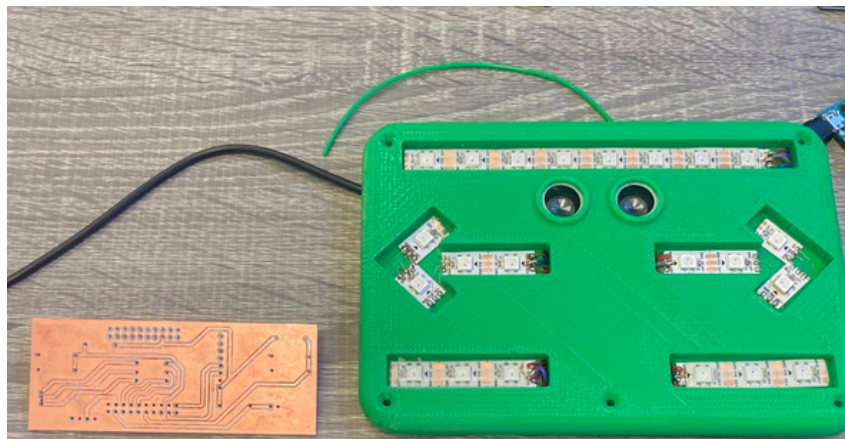
Решение команды СПОРАДИК, 8 баллов из 8.



Этап 7. Презентация работающего устройства

Решение команды СПОРАДИК, 30 баллов из 32. Баллы снижены за навесной монтаж в блоке Системы индикации и не очень надежное крепление Пульта к рулю.

Команда-победитель продемонстрировала работающее устройство. Все функции, заявленные в функциональной схеме и указанные в максимальном Техническом задании — работали.



Материалы для подготовки

Образовательный курс на платформе Stepik <https://stepik.org/course/123253/>.