

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра «Электронные вычислительные машины»

УСТРОЙСТВО ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ВО ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗКУЛЬТУРЕ

Научный руководитель:

к.т.н., зав. каф. ЭВМ
Д. В. Топольский

Автор работы:

студент группы КЭ-405
А. А. Зелениченко

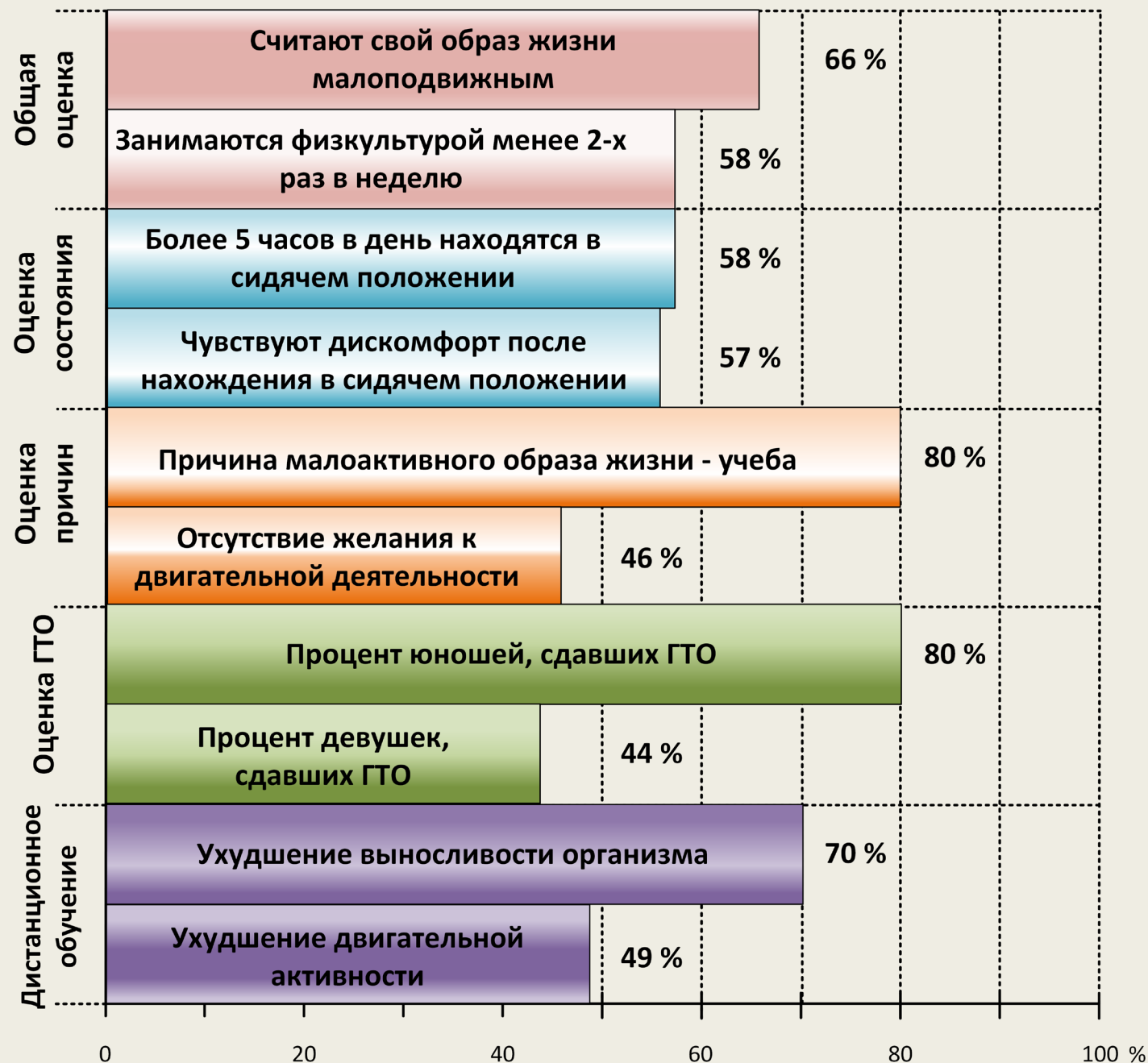
Актуальность

Согласно Минздраву Чел. обл. за последние 5 лет зафиксировано **4 случая** смерти обучающихся на уроках физкультуры:

- 1 — в 2019;
- 2 — в 2020;
- 1 — в 2022.

Иные причины:

- отсутствие отечественных аналогов;
- высокая стоимость конкурирующих продуктов;
- ориентация на мобильную платформу iOS;
- ограничение на модификацию и сценарии использования.



Цели и задачи

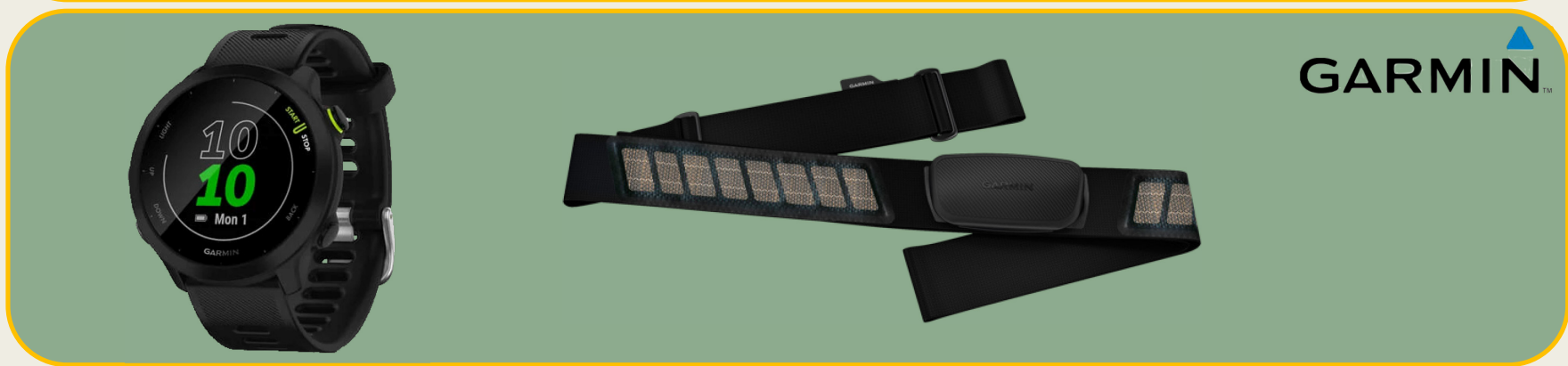
Цель:

синтез бюджетного малогабаритного модульного носимого устройства, осуществляющего считывание и передачу на мобильное устройство куратора занятия физиологических показателей организмов пользователей.

Задачи:

- исследовать аналоги разрабатываемого устройства, сформировать критерии проектирования устройства;
- обозначить функциональные и нефункциональные требования;
- осуществить проектирование функциональной структуры устройства, выполнить подбор комплектующих, произвести расчет финансовых затрат;
- реализовать аппаратную и программную составляющую устройства;
- совершить серию приемочных опытов с программной частью.


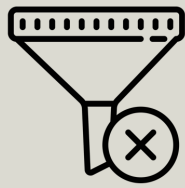


Обзор аналогов




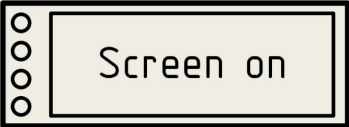


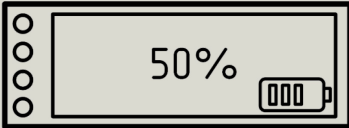




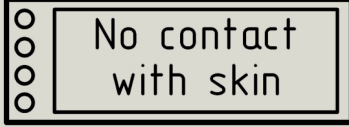










Результаты обзора аналогов

Критерий	Значение
Апробируемый параметр	ЧСС
Форм-фактор	Браслет
Бюджет проекта, руб.	< 4000
Технология передачи данных	BLE
Время работы в активном режиме, ч	> 3
Интерфейс взаимодействия	ЖК экран
Особенности	Наличие тактильной обратной связи Наличие сенсорной кнопки

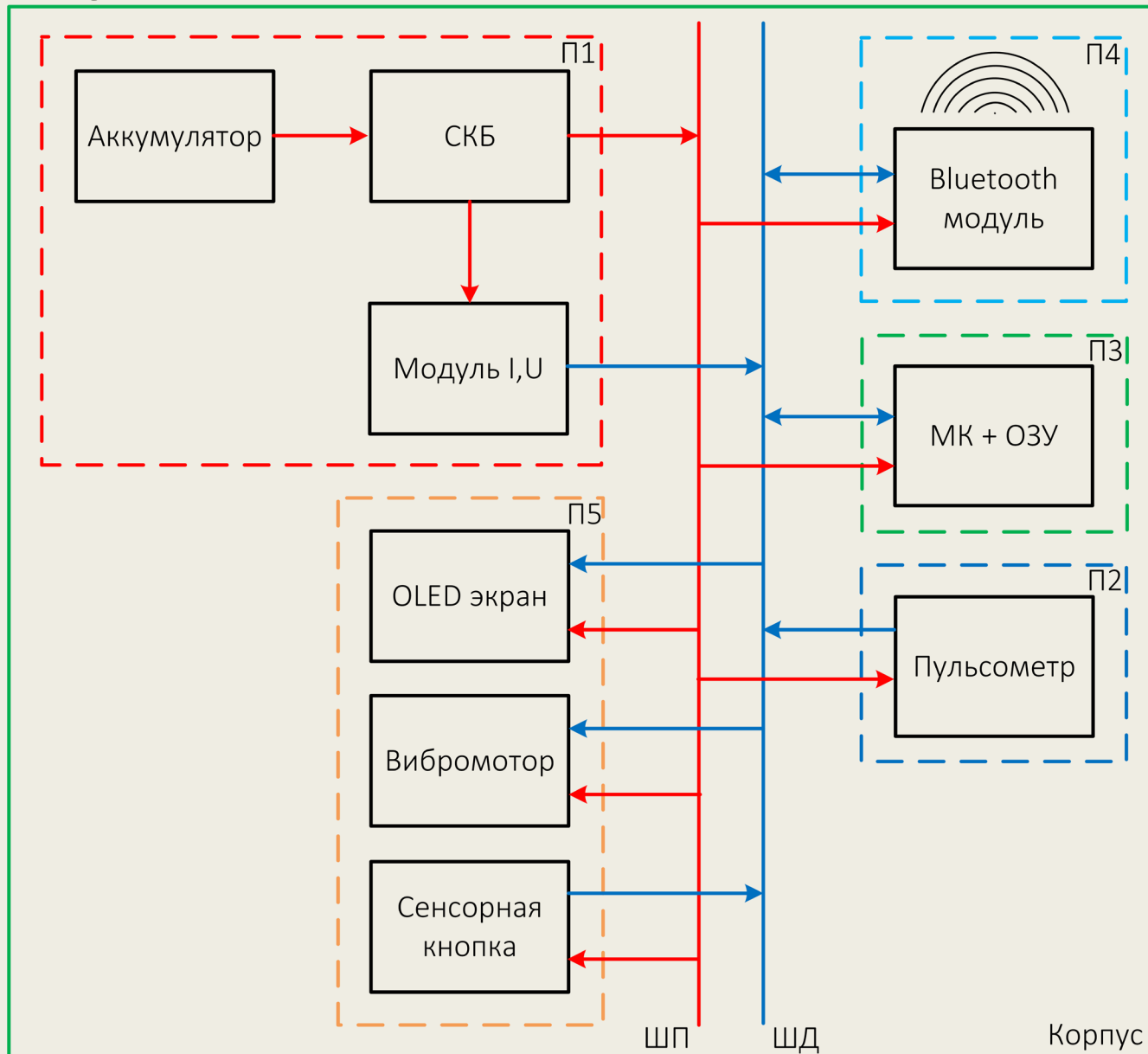
Нефункциональные требования

	3.3 В		КЗ, перезаряд, переразряд		< 50x35x25 мм
 USB Type-C	USB Type-C		Фильтрация ложных значений ЧСС		< 50 г
	>250 мАч		На открытой местности > 50 м		> 3-х ч
	0.5C		GATT профиль Heart Rate Profile		> 24-х ч

Функциональные требования

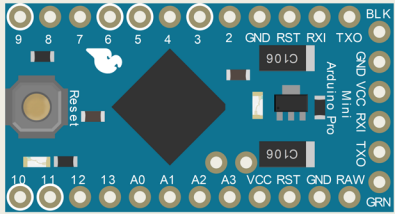
			Включение экрана по нажатию сенсорной кнопки на заданный промежуток времени
			Вывод текущего значения заряда аккумуляторной батареи
			Вывод измеренного значения ЧСС и динамическая индикация процесса работы устройства
			Вывод предупреждения в случае отсутствия контакта с кожей
			Вывод адреса Bluetooth устройства
			Вывод предупреждения на OLED экран в случае превышения нормативных значений ЧСС
			Тактильная индикация вибромотором в случае превышения нормативных значений ЧСС
			Отключение через 60 секунд

Функциональная схема

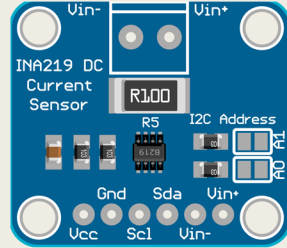


- Входит в границы проекта (Устройство Пользователя)
- Не входит в границы проекта (Устройство Оператора)
- П1 Подсистема инициализации и электропитания
- П2 Подсистема сбора данных
- П3 Подсистема обработки данных
- П4 Подсистема отправки данных
- П5 Подсистема интерфейса взаимодействия с пользователем
- - ШП Шина питания
- - ШД Шина данных

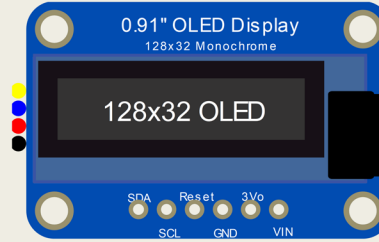
Подбор комплектующих



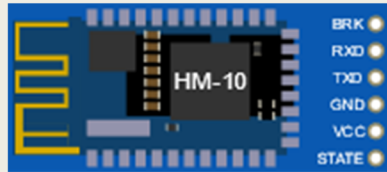
Arduino Pro
Mini 8MHz ПЗ



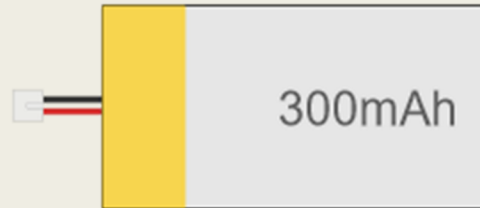
INA219 П1



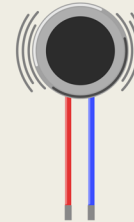
0.91 OLED
дисплей П5



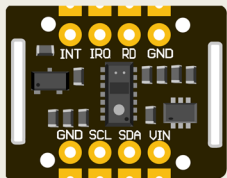
AT-09 (HM-10) П4



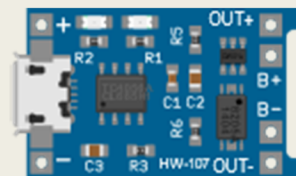
Li-PoI 300 мАч П1



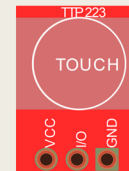
DC 3-5V 1020 П5



MAX30102 П2



TP4056 П1



TPP223 П5

П1. Подсистема
электропитания

П2. Подсистема
сбора данных

П3. Подсистема
обработки данных

П4. Подсистема
отправки данных

П5. Подсистема
интерфейса

Калькуляция затрат

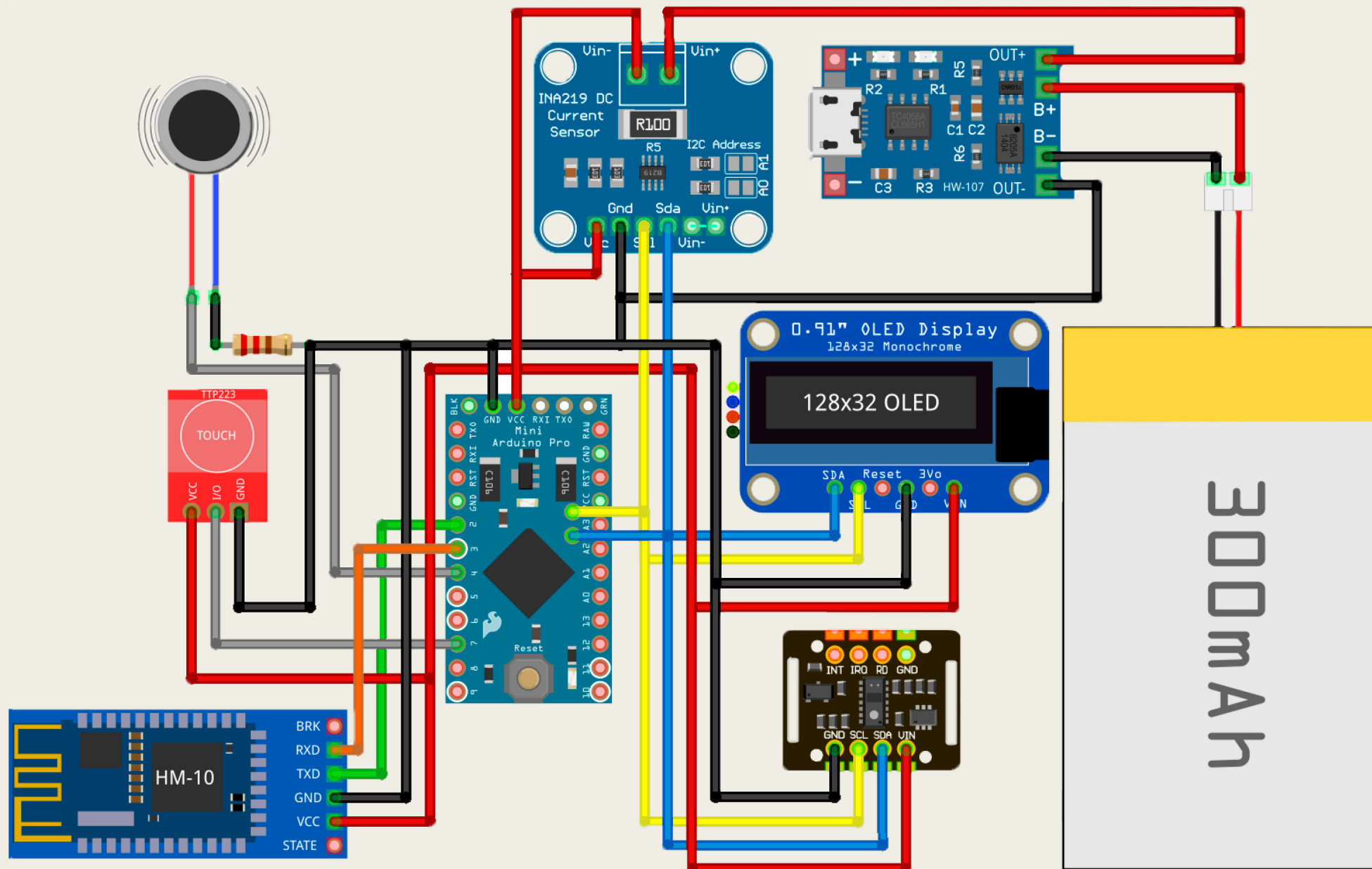
Компонент системы	Наименование	Стоимость, руб.
Устройство считывания	MAX30102	84
Платформа	Arduino Pro Mini 3.3 V	475
Приемопередатчик	AT-09 (HM-10)	160
Элемент питания	Li-Pol 300 мАч	160
Система контроля батареи	TP4056 Type-C	41
Модуль тока и напряжения	INA219	128
Сенсорный модуль	TTP223	8
Вибромотор	DC 3-5V 1020	30
Экран	OLED 0.91	100
Крепление	Ремешок	64
Монтажный провод	0.16 мм ² 5 м	55
Стоимость компонентов		1305

Калькуляция затрат

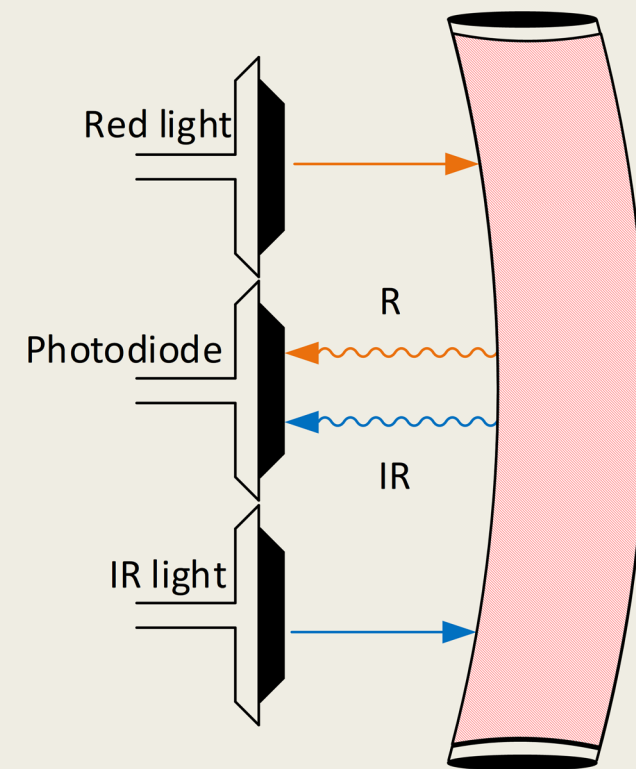
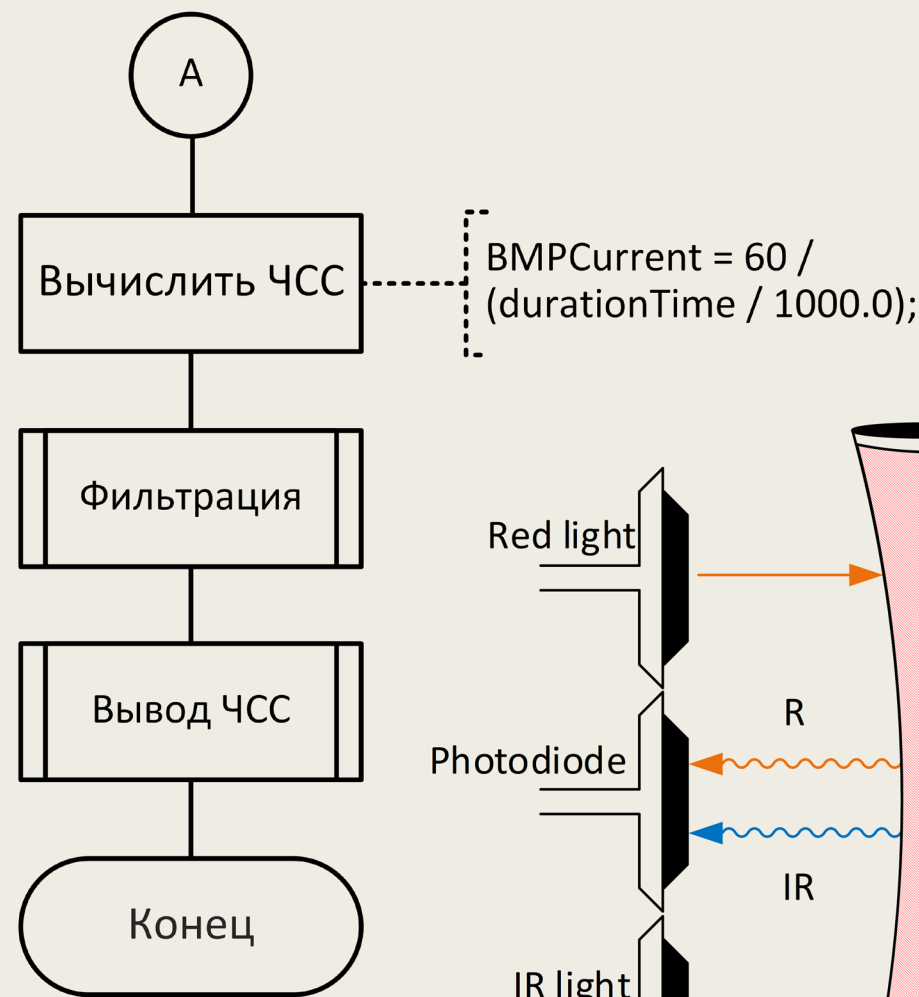
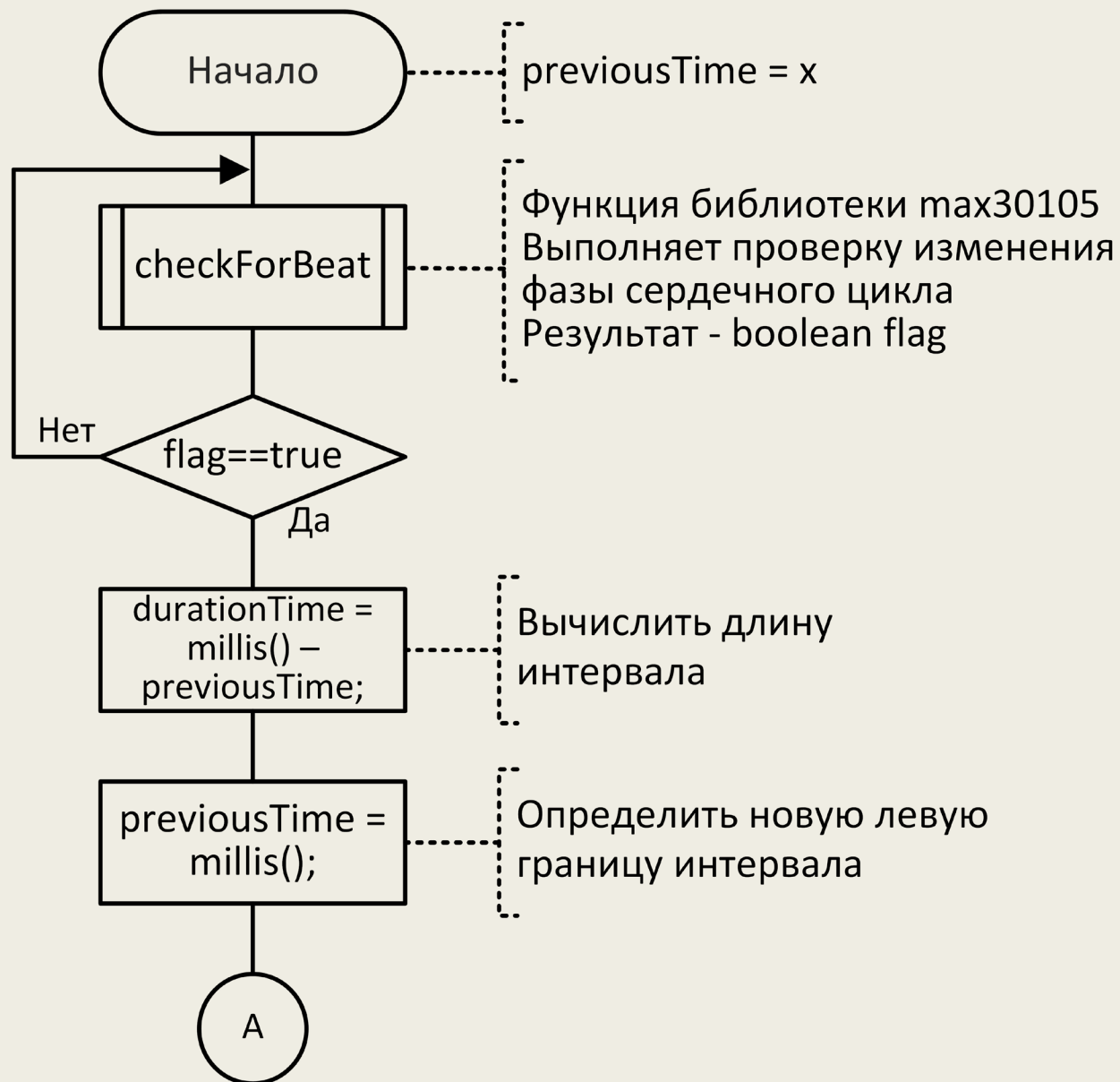
Компонент системы	Наименование	Стоимость, руб.
Стоимость компонентов		1305
Услуги	3D печать	200
	Сборка, тестирование	300
Конечная стоимость 1 устройства		1805

Компонент	Цена, руб./ед.	Кол-во, ед.	Стоимость, руб.
Устройство	1805	20	36100
Смартфон Redmi 9A	7890	1	7890
Стоимость комплекта			43990

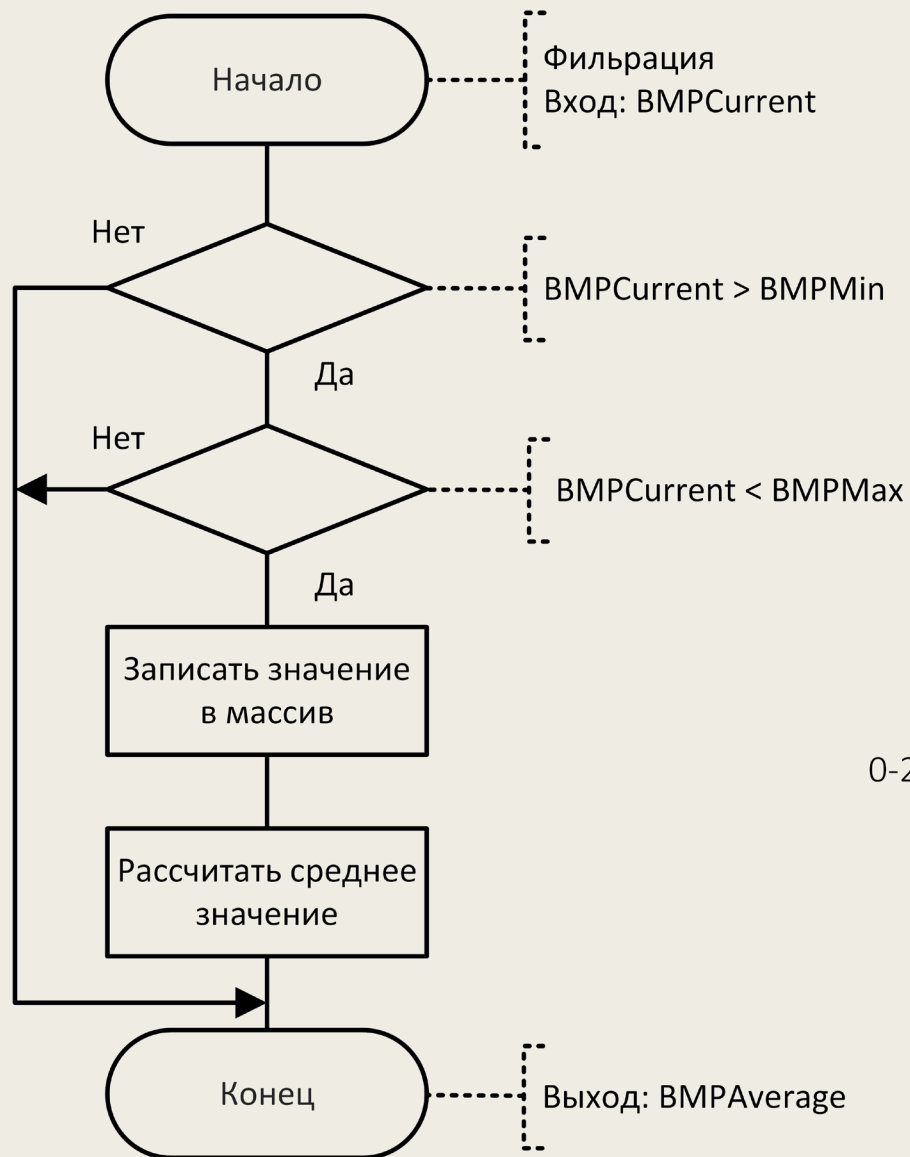
Схема на макетной плате



Проектирование

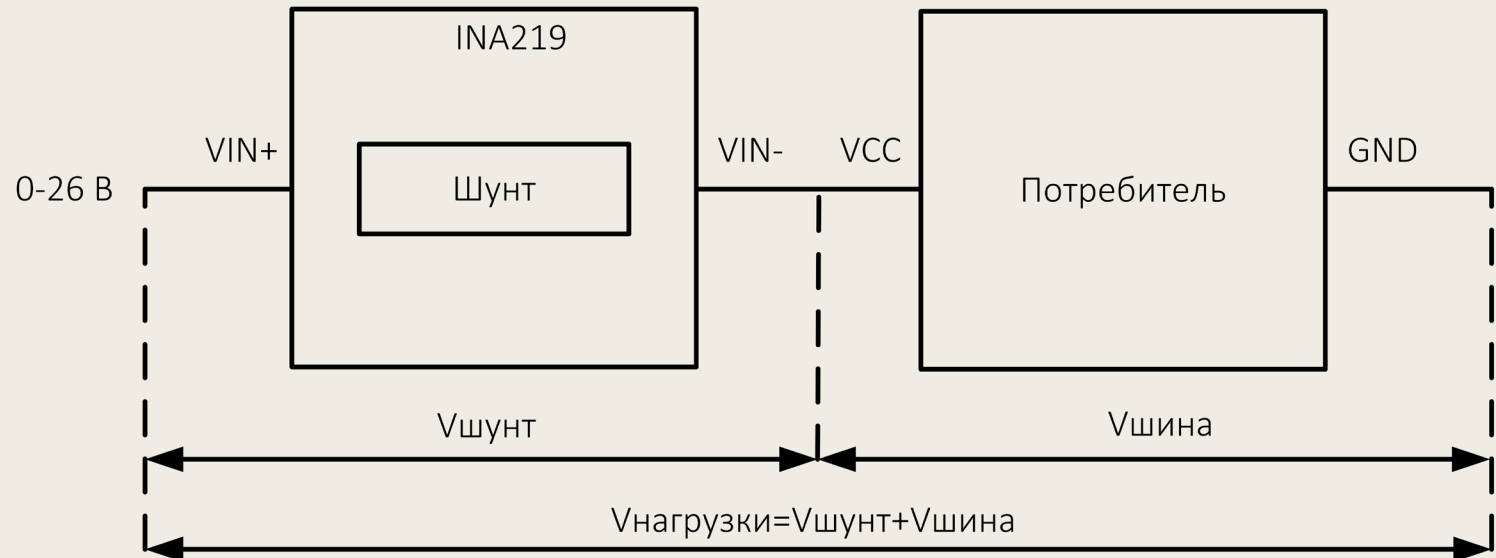


Проектирование



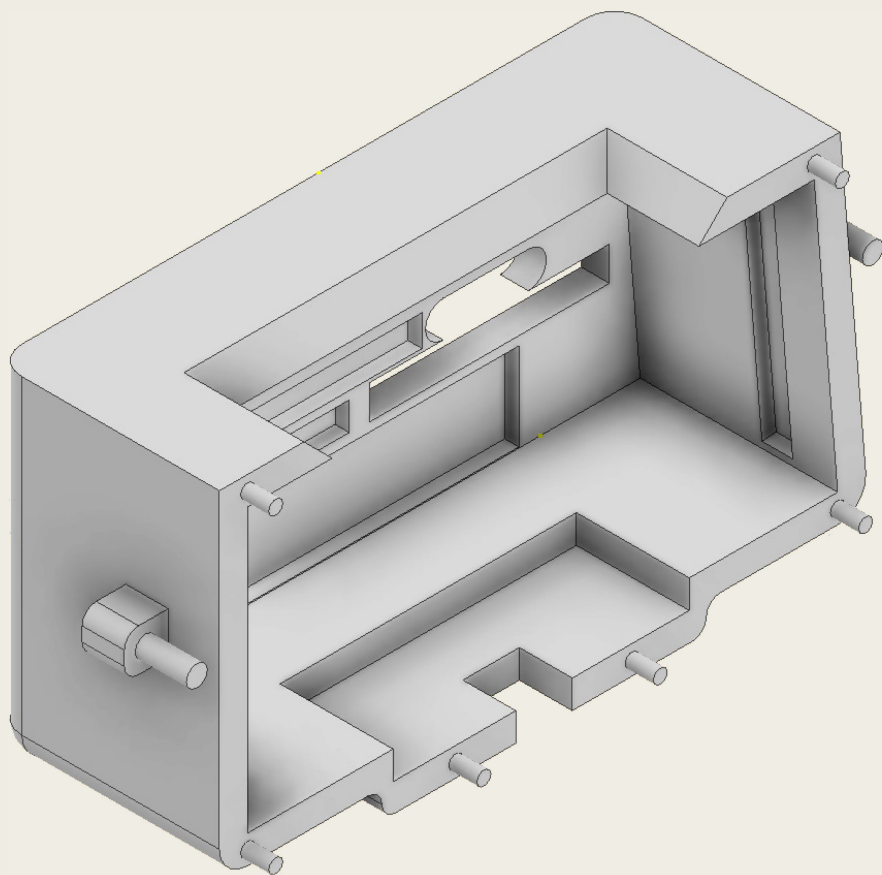
Используемые библиотеки:

- Max30105 – MH-ET MAX30102;
- GyverOLED – OLED SSD1306;
- INA219_WE – INA219;
- SoftwareSerial – HM-10.

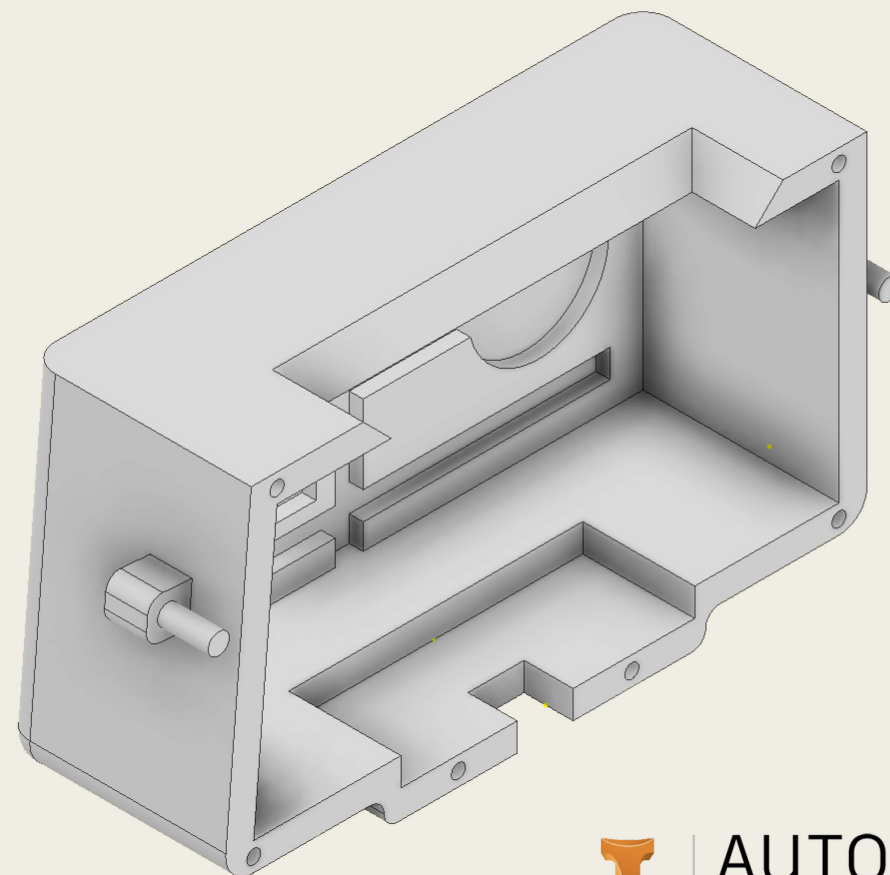


Моделирование корпуса

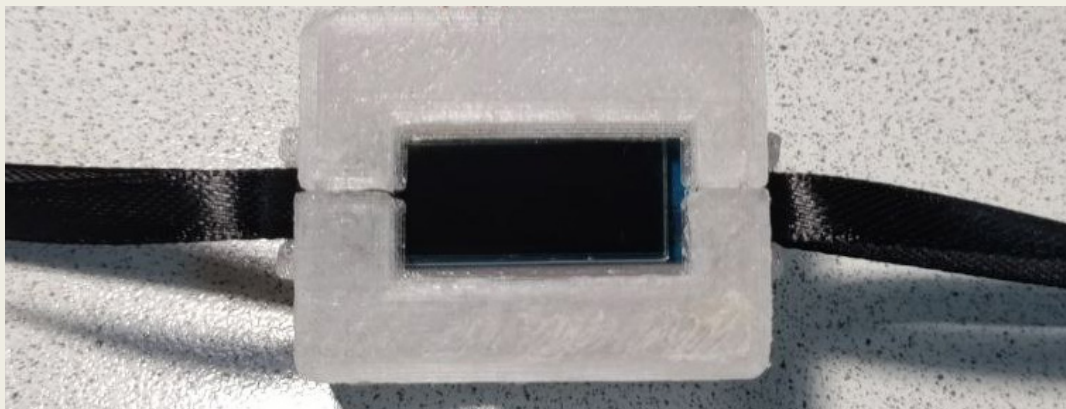
Левая деталь



Правая деталь



Внешний вид итогового решения



Вид сверху



Вид сбоку (П)



Вид снизу



Вид сбоку (Л)

Тестирование

Характеристика теста		Результат	T3
Вес, г		37	<50
Физические габариты, мм		46x32x22	<50x35x25
Время работы	в режиме ожидания, ч	120	>24
	в активном режиме, ч	6	>3
Максимальное расстояние подключения, м		53	>50
Первичное время установления ЧСС, с		8	<10
Наличие механизма фильтрации ЧСС		Присутствует	
Индикация функционирования		Присутствует	
GATT профиль Heart Rate Profile		Присутствует	
Наличие систем защиты аккумулятора от перезаряда и переразряда		Присутствует	

Вывод

Результатом выполнения выпускной квалификационной работы является устройство для мониторинга состояния обучающихся во время проведения занятий по физкультуре.

В ходе дальнейшей разработки может быть реализован следующий функционал:

- использование аппаратной платформы ESP32 или STM32;
- исполнение системы на одной плате, уменьшение размеров корпуса;
- внедрение крепления и разработка силиконового ремешка.



Спасибо за внимание!