

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Лысьвенский филиал федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Факультет профессионального образования

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему Разработка проекта наручного автоматического счётчика показателей
жизнедеятельности человека и параметров окружающей среды»
студента группы КСК-18-1спо по специальности
09.02.01 Компьютерные системы и комплексы
Золотавина Даниила Николаевича _____

Руководитель работы: _____ П. В. Кочнев
Консультант по
экономической части: _____ К.В. Кондратьева
Консультант по промышленной экологии
и охране труда: _____ А.К. Торошин
Рецензент: _____ (_____)
Допуск к защите: _____ М.Н. Апталаев

Лысьва, 2022 г

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАЗДЕЛ	5
1.1 Понятие – умные часы.....	5
1.2 История появления умных часов.....	5
1.3 Существующие предложения на рынке	7
1.4 Формирование требований	8
1.5 Задачи	9
1.7 Датчики	17
1.8 Вспомогательный аксессуар для ношения – ремешок и защитный бампер.....	21
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	24
2.1 Выбор и обоснование элементной базы устройства	25
2.2 Выбор комплектующих	29
2.3 Выбор среды для разработки.....	32
2.4 Обзор сред для разработки микроконтроллера	34
2.5 Разработка схема аппаратной части устройства.....	35
3 ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ТРУДА.....	49
3.2 Мероприятия по снижению воздействия выявленных вредных и опасных факторов	52
3.3 Вывод по разделу	54
4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	55
4.1 Расчет затрат на разработку программы для микроконтроллера	55
4.2 Расчет затрат на внедрение программы для микроконтроллера.....	59
4.3 Расчет эксплуатационных текущих затрат по программе для микроконтроллера.....	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	69
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	70
Приложение А – Чертеж корпуса устройства	73
Приложение Б – Код управляющей программы	76

ВВЕДЕНИЕ

Часы – являются неотъемлемым аксессуаром ежедневного использования. С помощью них люди могут в любое время узнать который час. С приходом современных технологий часы стали широко модифицироваться. На потребительском рынке наибольшим образом распространены фитнес браслеты и универсальные часы – Apple Watch. Они позволяют измерять пульс, давление, количество пройденных шагов и многое другое. Теперь легче посмотреть на запястье руки, чтобы увидеть необходимую информацию, чем достать смартфон из кармана.

Разработка имеет актуальность для людей, которые больше всего ценят удобство и время. Бесспорно, некоторые часы с механическим устройством подходят для иного круга людей. Они несут в себе скорее косметическую функцию как дополнение к деловому образу. В этом случае важны другие составляющие, такие как изготовление ручной или конвейерной работы наличие дорогих материалов.

Выпускная квалификационная работа ориентирована на комфорт в повседневном использовании часов с применением современных технологий? Компактные устройства, отображающие время, могут подойти как для социальной, так и военной сферы. И если первый показатель является понятным и упрощает людям жизнь посредством управления тайм-менеджментом проверки сведений со смартфона, то для военных такой прибор может пригодиться не только для того чтобы узнать время при проведении какой-либо операции, когда счет идет на секунды, но и предотвращения возможности вражеского слежения. Шойгу одобряет использование умных часов для предотвращения шпионажа.

Главное отличие выпускной квалификационной работы от текущих предложений на рынке заключается, в том, что данная разработка более узкоспециализированная для тех, кто хочет получить информацию о времени и основных показателей с мобильного устройства – даты уровня заряда аккумулятора и состояния сети. Предприятия предоставляют в основном

часы, имеющие множество функций, которые отвлекают пользователя вследствие чего не удастся сосредоточиться на конкретных показателях.

Выпускная квалификационная работа не относится полностью к определению умных часов или фитнес-трекера. Ее предназначение заключается в измерении параметров мобильного телефона с дальнейшей передачей на дисплей самих часов.

Однако для большего удобства целесообразней назвать разработку умными часами, поскольку данное определение интерпретируется каждым производителем по-разному.

Объект исследования – Часы на основе микроконтроллерных систем

Предмет - наручное автоматическое устройство контроля и счета текущих параметров мобильного смартфона по технологии беспроводной связи.

Цель:

Создание наручного устройства для считывания информации со смартфона

Задачи:

- Провести анализ предметной области наручных умных устройств
- Выполнить разработку аппаратной части устройства
- Разработать структурную и принципиальную схему умных часов
- Выполнить технико-экономическое обоснование

1 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Понятие – умные часы

Умные наручные часы – означают, модифицированный счетчик времени с применением компьютеризированных технологий [1]. Они имеют более расширенный функционал, по сравнению со стандартными часами, которые способны только показывать время, измерять период, посредством секундомера и пробуждать владельца с помощью будильника [2].

Соответственно механические часы и электронные еще не являются умными [3]. Для этого устройство должно иметь дополнительные опции [4]. К их числу могут относиться игры, возможность математических вычислений – калькулятор, доступ в браузер, просмотр уведомлений и многое другое [5].

Умные часы – это компактный компьютер, носимый на запястье правой или левой руки [6].

Существует еще одно смежное понятие – фитнес-трекер [7]. Данное устройство имеет возможность только для считывания показателей со смартфона: шаги пользователя, сообщения, без самостоятельной возможности вычисления [8].

1.2 История появления умных часов

Несмотря на то, что умные часы и фитнес-браслеты получили широкую известность сравнительно недавно, первые модели появились достаточно давно [9]. Вторые устройства стали популяризироваться в частности из-за стремительного роста заинтересованности населения в увлечении спортивной деятельностью [10].

Первые умные часы появились еще в прошлом веке в 1972 году [11]. Они назывались – Pulsar и были разработаны компанией Hamilton Watch. Впоследствии марка была выкуплена организацией Seiko [12].

Часы, которые появились в 1982 году, получили возможность программирования и записи в кода в память до 24 цифр [13].

Когда появились первые персональные компьютеры, функционал часов заметно расширился [14]. Наручные устройства получили реализацию вычислений [15]. Данные можно было вводить посредством мини клавиатуры, которая поставлялась вместе с часами, однако была выполнена в качестве дополнительного физического аксессуара [16].

Компанией Casio были представлены игровые часы, в свое время 80-е годы прошлого века они смогли снискать свою долю популярности [17]. С их помощью можно было играть на максимально портативном устройстве в любое время [18]. Но на сегодняшний день такой экземпляр имеет высокий спрос только у коллекционеров раритетной техники [19].

Если говорить об удобстве, то оно находилось на достаточно низком уровне, ведь играть на маленьком по размеру дисплее не комфортно [20].

На более современных моделях появившихся под конец 80-х годов было возможным проводить расчеты с помощью калькулятора, записывать список дел в заметках. Такие устройства уже получили дизайн в виде ярких цветов.

Для программирования часы соединялись с компьютером. С помощью ПК пользователи записывали команды для выполнения на умных часах.

Наручные устройства были ориентированы на круг людей, участвующих в сфере ведения бизнеса, а также студентов. Те и другие пользователи могли в любое время провести необходимые математические вычисления и расчеты, а также записать информацию.

Умные часы разрабатывались на операционной системе Linux вначале 2000-х годов производителем IBM. Батарея поддерживала 6 часов заряда, но впоследствии объем был увеличен и период времени уже составлял 12 часов. Нововведениями стали сканер отпечатков пальцев и датчики: вибромотор и акселерометр. Такой проект не принес большой спрос, из-за чего был свернут в 2002 году. Стоимость таких часов была в районе 400-сот долларов.

Ближайшие 10 лет в сфере производства наручных вычислительных машин было затишье. Новости о разработке умных часов появились только в

2013-ом году. Начиная с этого времени, начался бурный путь развития данного устройства.

Первыми компаниями, кто представил обновленные модели, были Samsung и Sony. Однако список производителей, кто был активно занят разработкой достаточно большой. В основном это были крупные гиганты в компьютерной отрасли – Apple, Google, LG, Acer и многие другие.

Ввиду статистики предоставленной компанией Pebble, продажи их собственной модели составили почти 200 тысяч штук. По данным показателям можно судить не только об успешном предложении на рынке, но и о появлении высокого спроса пользователей на умные часы.

Разработки в данной сфере были представлены на выставке CES в 2014-ом году крупными предприятиями.

Но главным событием, которое продвинули в массы повседневное использования умных часов, стал показ корпорацией Apple своего устройства под названием Apple Watch. Анонс умных часов состоялся в 2014 году на технологичной выставке.

1.3 Существующие предложения на рынке

На данный момент из наиболее известных производителей, выпускающих умные часы, являются Apple, Samsung, Huawei. Среди компаний, специализирующихся на фитнес трекерах, наиболее влиятельной можно выделить Xiaomi.

Зачастую данные устройства могут выступать в качестве связующего звена в экосистеме. К примеру, если у пользователя присутствует смартфон и часы от Xiaomi, то пользоваться ими будет намного удобнее ввиду того, что могут быть доступны дополнительные функции.

Модели, на которые в данный момент имеется широкий спрос на рынке умных часов – серия Apple Watch и Samsung Gear. Их высокую популярность можно объяснить известностью производителей и мощными характеристиками.

Фитнес трекеры преимущественно выбираются пользователями от компании Xiaomi – серии Mi Band, а также Huawei – Band. В данном случае клиентам важны больше не характеристики, а удобство в использовании. Это относится не только к компактности, но и приложениям, встроенной операционной системе.

Большинство производителей используют в своих устройствах ОС Android, однако с дизайнерскими изменениями. Другие занимаются разработкой и поддержкой собственной оболочки:

- Apple – Watch OS
- Samsung – Tizen

Умные часы и фитнес браслеты могут взаимодействовать со смартфоном посредством мобильного приложения. С его помощью устройства могут синхронизировать получаемую информацию друг с другом. Однако для такой операции потребуется предварительно включить технологию беспроводной передачи данных, именуемой Bluetooth.

Основные приложения для осуществления синхронизации:

- Mi fit от Xiaomi
- Wear OS от Google
- Apple Watch от Apple

Установка дополнительных сервисов при таковой возможности, доступна через маркеты Google Play или App Store в зависимости от используемого устройства. Они могут разрабатываться в специальных средах разработки, например, в Android Studio.

Часы могут иметь собственные требования, предъявляемые к синхронизируемому смартфону. Например, для операционной системы, которая должна быть выше определенной версии или технологии Bluetooth.

1.4 Формирование требований

Проект, созданный в процессе выполнения Выпускной квалификационной работы, должен удовлетворять следующим требованиям:

- Быть компактным по размерам, ввиду необходимости использования на руке.
- Уметь считывать показатели смартфона посредством технологии Bluetooth и выводить информацию посредством приложения.
- Должно удобно располагаться на запястье, и не приносить сильного дискомфорта при ежедневной носке.

1.5 Задачи

Для того чтобы достичь цель – создать наручное устройство для считывания информации со смартфона, потребуется выполнить ряд задач:

- Приобрести необходимые детали, включая микроконтроллер.
- Создать схему печатной платы для наглядного расположения всех элементов.
- Собрать содержимое в единое устройство, именуемое как – умные часы.
- Соединить посредством проводов все комплектующие.
- Написать программный код и мобильное приложение в среде разработки.
- Синхронизировать смартфон и умные часы между собой для отображения актуальных данных

1.6 Сравнение моделей на рынке

Для того чтобы показать различия между устройствами существующими на рынке, потребуется взять две наиболее популярные модели и проанализировать их характеристики в виде таблицы

Таблица 1 – Сравнение моделей на рынке

Параметр	Смарт-часы Apple Watch SE GPS 44mm	смарт-часы Samsung Galaxy Watch4 Classic 42mm
Поддерживаемая ОС смартфона	iOS 14 и выше	Android 6.0 и выше
Дюймы разрешения	368x448 Retina	1.2 дюйма 396x396
Форм-фактор дисплея	квадратный	круглый
Защита от влаги и пыли	WR50	IP68
Операционная система часов	Watch OS	Wear OS by Google
Беспроводная связь	Bluetooth, Wi-Fi, NFC	Bluetooth, Wi-Fi, NFC
Стоимость	29 тысяч рублей	28 тыс. рублей
Встроенная память	32 Гб	16 gb
датчики	Список датчиков аналогичный	гироскоп, барометр, освещенности, геомагнитный датчик, датчик артериального давления, датчик ЭКГ, датчик БИА
Аккумулятор	Li-Ion до 18 часов заряда	Li-Ion 247 mach
вес	36 грамм	46 грамм

Разберем подробно каждый из приведенных пунктов

1. Операционная система влияет на то, будут ли умные часы поддерживать связь со сторонним устройством Android или IOS. Если версия

ОС смартфона меньше указанной, то подключение будет невозможно до момента установки более актуальной.

2. Разрешение указывает на то, насколько четко будет видна информация, отображаемая на часах. Дюймы играют роль - на размер дисплея. Данные параметры в совокупности дают пользователю увидеть весь интерфейс умных часов в хорошем качестве. Характеристики могут быть дополнены технологиями, например Retina. Она предоставляет повышенную плотность пикселей. Глаз владельца не сможет отличить каждый пиксель, из которого состоит изображение на экране.

3. Форм фактор влияет на то, как будут выглядеть умные часы. Как правило, дисплей может быть круглым или квадратным.

4. Защита от пыли и влаги может уберечь устройство от попадания воды и частиц, влияющих на корректную работу. Ввиду того, что данная модель предназначена для ежедневной носки, в том числе при плавании в бассейне или принятии душа, водных процедур, часы должны быть надежно защищены. Существует два типа обеспечения такой безопасности – WR50 и IP68. В первом случае параметр цифр отображает количество метров глубины, на которой могут функционировать часы. В IP68 – первая цифра отвечает за степень защиты от пыли, вторая за влагу. Чем выше показатели, тем соответственно выше надежность.

5. Операционная система, установленная на часах, определяется производителем. Она может быть лично разработанной компанией для своих моделей устройств, так и взятой из общего доступа. Для пользователя данный параметр влияет на дизайн интерфейса и возможность установки тех или иных приложений.

6. Беспроводная связь дает возможность часам соединиться с другим устройством без физического подключения с помощью проводов. К числу данных технологий, применяемых в современных умных часах, относятся: Bluetooth, NFC, Wi-Fi.

7. Стоимость имеет косвенное влияние на характеристики часов. Чем она выше, тем лучшие параметры предлагает производитель за цену товара. Стоимость может быть также обусловлена репутацией компании, если предприятие зарекомендовало себя как надежный поставщик предложения на рынке. Цена может быть разделена на группы, например, нижний или именуемый как бюджетный, средний и высокий сегмент. Каждый из них имеет свою приблизительную стоимость.

8. Встроенная память влияет на то, сколько приложений и медиа файлов пользователь сможет загрузить на свое устройство. Как правило, для умных часов достаточно до 32 гигабайт, ввиду отсутствия необходимости скачивания большого количества высокоразмерных файлов.

9. Датчики влияют на то, какие параметры окружающей среды сможет считывать устройство.

10. Аккумулятор показывает примерную информацию – сколько держится один заряд батареи умных часов.

11. Вес и габариты влияют на компактность и мобильность переносного устройства. Чем меньше данные параметры, тем удобнее использовать умные часы в повседневном режиме, ввиду легкости в перемещении.

Разберем подробно некоторые из видов представленных понятий:

Беспроводные технологии

Bluetooth – использует беспроводные сети WPAN для передачи информации. С помощью технологии устройства могут обмениваться данными без подключения кабелей и иных соединяющих путей.

Среди доступных систем можно выделить:

- Персональный компьютер – его подразделения (ноутбук, моноблоки).
- Смартфоны и простые мобильные телефоны (кнопочные).
- Планшеты
- Периферия – принтеры

- Фото и видео гарнитура
- Компьютерные мыши и клавиатуры, геймпады, акустические колонки.

Как видно, применение данной технологии очень широкое. Однако для возможности связи и коммуникации между устройствами, потребуется обеспечить расстояние до 100 метров при использовании прошлых версий и 1500 метров, начиная с Bluetooth 5.0. На дальность может также влиять создаваемые помехи в виде стен и других препятствий на пути сигнала.

Wi-Fi – обеспечение связи между устройствами в локальной сети с использованием беспроводной технологии. Применяется по стандарту IEEE 802.11. Диапазон Wireless Fidelity – 2.4 ГГц. Сигнал, в отличие от технологии Bluetooth, может распространяться на более длинные расстояния – на несколько километров. В настоящее время под руководством Илона Маска тестируется сеть спутников StarLink, которая сможет передавать данные с орбиты земли. Чтобы обычный маршрутизатор смог передавать сигнал на дальнее расстояние, роутер потребуется оснастить специальным приспособлением – Wi-Fi пушкой.

В зависимости от удаленности точки доступа, наличия препятствий, будет понижаться уровень сигнала, который напрямую влияет на скорость передачи данных. На практике это отображается на загрузке файлов интернет-страниц. Пользоваться сетью одновременно могут несколько пользователей с любых устройств, будь то планшет или мобильный телефон с поддержкой данной технологии.

Следует отметить тот факт, что Wi-Fi использует аналогичную частоту, что и Bluetooth, из-за этого могут создаваться помехи. Точку можно зашифровать паролем, который создает администратор маршрутизатора. В зависимости от технологии защищенности, код могут подобрать злоумышленники. Наиболее взламываемый тип – WEP, куда надежней использовать WPA и WPA 2.

NFC – беспроводная технология использующаяся для передачи данных на малые расстояния, в радиусе 10 см. Используется в основном для принятия и подтверждения бесконтактной оплаты. Технология нашла широкое применение в торговых точках при совершении транзакции для покупок. Используется преимущественно на смартфонах и умных часах. На практике происходит следующее: пользователь заполняет данные банковской карты в специальном приложении для мобильного телефона или смарт-браслета, которое использует технологию NFC; после чего для покупки того или иного товара, подносит смартфон к терминалу, и устройство, в свою очередь, совершает автоматическую оплату. Технология избавляет клиента от необходимости всегда держать при себе пластиковую карту для оплаты покупок. Вместо этого, удобнее использовать повседневное устройство, которое находится всегда под рукой. И аналогичные действия можно провести и с умными часами.

Пылевлагозащита. Электронный девайс может легко испортиться под действием воды. Из-за этого возникает необходимость защиты устройства от воздействия внешних факторов. Одна из таких технологий – IP, которая не теряет своей значимости. Ее использование не ограничивается смартфонами и планшетами, ее также применяют и в умных часах. Люди носят фитнес трекеры, браслеты, постоянно на запястье руки. Чтобы не снимать устройство во время принятия водных процедур, производители применяют данную технологию. Классификация степеней защиты приведена ниже в таблице:

Первая цифра означает защищенность от попадания твердых частиц, которыми могут выступать пыль грязь и другие скопления мусора.

Таблица 2 – Степени защиты IP от попадания пыли

Рейтин	Описание
г защиты	
IP1x	Защита от твердых частиц (диаметр равен или превышает 50 мм)
IP2x	Защита от твердых частиц (диаметр равен или превышает 12.5 мм)

IP3x	Защита от твердых частиц (диаметр равен или превышает 2.5 мм)
IP4x	Защита от твердых частиц (диаметр равен или превышает 1 мм)
IP5x	Защита, при которой пыль в небольших количествах может проникать внутрь устройства, что не должно нарушить его работу
IP6x	Полная защита от пыли

Таблица 3 - Степени защиты от попадания влаги

Рейтинги защиты	Описание
IPx1	Защита от капель, падающих вертикально
IPx2	Защита от вертикальных капель при отклонении устройства на угол до 15° включительно
IPx3	Защита от брызг, падающих под углом 60° включительно
IPx4	Защита от любых брызг
IPx5	Защита от водяных струй (вода под давлением 30 кПа, направляемая из сопла диаметром 6.3 мм)
IPx6	Защита от сильных водяных струй (вода под давлением 100 кПа, направляемая из сопла диаметром 12.5 мм)
IPx7	Защита при погружении на глубину до 1 метра длительностью 30 минут
IPx8	Защита при погружении на глубину более 1 метра длительностью 30 минут
IPx9	Дополнительная защита от горячих струй воды температурой 80°C, находящихся под давлением 8–10 МПа на расстоянии 0,10 – 0,15 метра

Стандарт регламентируется официальным документом – ГОСТ 14254 от 2015 года “ Степени защиты, обеспечиваемые оболочками”.

Количество встроенной памяти напрямую влияет на количество файлов и приложений для хранения. Большинство современных смартфонов обладают свободным местом более 32 гигабайт. Для умных часов такое количество памяти, наоборот, является большим, поскольку пользователи не стремятся поставить сервисы, скачать фильмы на наручное устройство. Ведь всю основную информацию можно хранить на телефоне.

С помощью датчиков наручные часы могут считывать параметры окружающей среды. В основной список входят счетчики пульса человека, его показатели, влажность и температуру в текущем месте нахождения, проверка наличия освещенности. В теории любое наручное устройство можно оснастить специализированными датчиками, например, Гейгера, который может проверять уровень радиации. Однако производители не добавляют такую возможность, ввиду малого спроса.

Аккумулятор может сообщить пользователю, сколько времени устройство держит полный заряд. Со временем он может терять свою емкость и как следствие, сокращать активное время функционирования умных часов.

Операционную систему производитель может выбрать из общего доступа, как правило, это Android от корпорации Google. Ее плюс заключается в общемировой известности, удобстве. Большинство устройств, не только умных часов, но и телевизор, ТВ приставки, смартфоны, планшеты базируются на данной системе. В случае если производитель стремится предложить покупателям уникальный продукт, компания может выпустить собственный сервис, если обладает большим количеством своих ресурсов. Такой шаг сопровождается рядом трудностей ввиду того, что многие люди не готовы принять неизвестный новый продукт от малой организации. Поэтому таким путем идут только корпорации IT-гиганты, такие как Apple и Samsung.

От размеров устройства и его веса, напрямую зависит то, удобно ли будет носить ежедневно умные часы на руке. Если производитель предлагает большой функционал, невысокую стоимость, то данные параметры не перекроют недостаток в виде крупных габаритов. На них могут влиять дисплей, укомплектованность датчиков, ремешки. В результате для предложения на рынке, которое будет пользоваться высоким спросом, разработчикам нужно найти баланс между размерами, характеристиками и удобством операционной системы, а также стоимостью.

Доступность – зависит от цены. Она формируется под влиянием уровня параметров устройства и репутации производителя, а также специализацией предложения. То насколько поставщик зарекомендовал себя в качестве надежной компании, которая готова дать покупателю хороший продукт, зависит спрос пользователей. Есть организации, которые ориентируются на высокий сегмент стоимости, например, Apple, предлагая лучшие девайсы на сегодняшний день, с другой стороны Xiaomi – китайский производитель, который больше стремится к массовой доступности в среднем ценовом диапазоне. В случае, если умные часы имеют узкую специализацию, к примеру, являются защищенными от внешних факторов, посредством бронирования, цена будет выше из-за меньшего количества покупателей.

1.7 Датчики

В зависимости от комплектации, умные часы могут содержать ряд датчиков, которые отображают параметры окружающей среды.

Акселерометр – большинство умных часов, а также фитнес трекеров, имеют данный датчик. Он используется для считывания количества пройденных шагов. Датчик дает информацию, касательно текущего местоположения устройства и скорости перемещения. Умные часы могут получить данные о движении пользователя.

Акселерометр можно классифицировать по типу аналоговых, цифровых. Присутствуют более и менее чувствительные модели.

Датчик состоит из грузика, помещающегося на упругом элементе. При встряхивании или любом другом движении смартфона, акселерометр незамедлительно реагирует на изменение. В зависимости от действия инерции, настолько сильнее происходит воздействие на грузик.

Акселерометр считывает показания только при действии инерции, а отнюдь не тяжести.

Гироскоп считывает положение устройства в пространстве. Он предоставляет информацию об ориентации умных часов. Применение

датчика не ограничивается только мобильными устройствами, его также активно используют и на космических объектах.

Устройства могут быть оптическими или механическими.

GPS – одна из наиболее востребованных технологий, которая приобрела большой спрос за последнее время. С помощью такого датчика, можно получить информацию о текущем положении объекта.

GPS принимает сигнал непосредственно со спутников, которые находятся на орбите Земли. В зависимости от количества космических аппаратов, сосредоточенных на конкретной зоне, тем точнее будет передаваться местонахождение на смартфон или умные часы.

С помощью GPS можно узнать текущую скорость перемещения устройства, положение относительно водной поверхности и ряд других факторов.

Появилась она в 1970-е годы и разрабатывалась при поддержке Минобороны Соединенных Штатов. Многие технологии, которые активно используются на сегодняшний день, были изобретены для военных целей. Спустя некоторое время правительство открыло доступ к системе не только для армии, но и использования гражданским населением.

GPS может применяться только с помощью взаимодействия со спутниками. Именно они передают сигнал, который принимает модуль электронного девайса. Стандартно, на Земной орбите, находится в активном состоянии не меньше 24 космических устройств. Остальные спутники числятся в резервном запасе, на случай если один из них выйдет из строя. Если околоорбитное устройство устарело, его также могут заменить новым. Как правило, обычный срок использования спутника составляет не более одного десятка лет. Питается спутник от солнечных батарей, имеющих поверхности крыльев по размеру длину до 5 метров. Находятся устройства на орбите на высоте примерно в 18 км над поверхностью Земли. Управляется система специальными станциями, расположенными по всей планете, однако центр находится в США в городе Колорадо-Спрингс.

Положение над морем и положение высчитывается посредством времени, которое прошло с момента передачи информации от спутника до получения модулем.

Эфемериды, находящиеся в памяти спутника дают информацию о местонахождении текущих координат. Все данные отправляются с центральной станции.

Посредством альманаха спутник понимает, где должен находиться в текущий момент. Земное управление может получить информацию о статусе околоорбитного устройства – работает спутник или он отключен.

Для считывания местонахождения, GPS определяет время отправки данных с околоземного устройства и разницей принятием его на поверхности Земли. Спутник также связывается с другими устройствами, находящимися на орбите, у которых уже известны координаты для вычисления местоположения земного модуля.

Чем больше спутников в данный момент использует счетчик GPS, тем точнее дутее определено положение объекта, как правило, для такой задачи хватает 3-ех околоземных устройств.

На точность сигнала могут влиять и помехи, которые воздействуют на спутник в данный момент, однако современные технологии предусматривают автоматическую коррекцию возникающих неполадок.

Точность положения человека может быть определена до нескольких метров.

В настоящий момент не только Соединенные Штаты контролируют мировую систему GPS. Также предлагаются европейские аналоги – Галилео и Российский сервис – Глонасс. Активно ведется разработка счетчика, который сможет пользоваться данными всеми существующими системами.

Датчик пульса и сердцебиения

Чтобы найти частоту ударов сердца, идти в медицинский центр не придется. В настоящее время применяются датчики с использованием последних технологий, которые определяют показатели с высокой

точностью. Посредством светодиодов, находящихся в конструкции счетчика появляется свет, который в свою очередь, поглощает кровь, а также ткани. Устройство фиксирует изменения объема, состава крови, в соответствии с поглощением импульсов света. Данный момент как раз и считывает датчик.

Посредством таких показателей, алгоритм узнает частоту биения сердца.

Термометр - Любой счетчик температуры

Все виды термометров могут с легкостью определить текущую температуру кожного покрова. В случае если температура повышается, значит человек подвергает свое тело активным физическим нагрузкам. После чего вся полученная информация тщательно анализируется счетчиком, и на экран выводится достоверный результат о физической активности в течение дня.

Датчик присутствия света

Счетчик работает по принципу фотоэлемента. Устройство считывает текущие показатели времени и уровень света, и на основе выводов дает единый результат.

По аналогичному принципу, функционируют датчики ультрафиолета.

Сенсор Света

Датчик определяет уровень поступления света снаружи устройства, и на основе данных автоматически регулирует яркость умных часов. Это помогает в том случае, когда необходимо продлить срок активного использования девайса.

Данный счетчик стал массово использоваться на IT-рынке совсем недавно, с появления операционной системы IOS от компании Apple 6-ой версии. Пользователи высоко оценили самостоятельную регулировку параметров яркости, по своему усмотрению, при этом раньше такая функция была автоматизирована.

Данные датчики широко применяются в современных умных часах и фитнес браслетах, однако в данной выпускной квалификационной работе такие счетчики использоваться в устройстве не будут. Появляется логичный

вопрос – как девайс будет получать достоверную информацию об окружающей среде. Все очень просто – все датчики уже присутствуют на большинстве смартфонов и часы, в свою очередь, будут связываться с устройством для получения и последующего отображения данных на дисплее.

В ином случае, если установить вышеперечисленные счетчики в трекер, тогда размер девайса увеличится в разы, и носить его на запястье руки будет некомфортно и неудобно.

Такой шаг решает сразу две передовые задачи – получение информации и обеспечение должного уровня компактности.

1.8 Вспомогательный аксессуар для ношения – ремешок и защитный бампер

В комплекте с умными часами и фитнес браслетами стандартно уже поставляются в комплекте ремешки. Однако по прошествии длительного времени, они могут изнашиваться и прийти в негодность. Старый ремешок может не только принести ухудшение эстетической составляющей, но и неудобство в ношении. Если в первом случае все предельно понятно, то во втором, ремешок может начать царапать руку, из-за чего носить умные часы станет не только проблематично но и больно.

Ремешки могут повлиять не только на красоту девайса, но и придать ему определенную уникальность и неповторимость в дизайнерском плане.

Благо производители, ввиду высокого спроса покупателей, готовы предложить широкий спектр для выбора ремешков для своего наручного устройства. В настоящее время компании дают возможность покупки ремешков всех расцветок, начиная от классических бежевых, золотых оттенков, заканчивая необычными дизайнерскими решениями.

Ввиду активной популяризации спортивной деятельности у клиентов появилась потребность в том, чтобы после занятий ремешок не был пропитан влагой. Ввиду этого, производители предлагают часы, используя которые, кожный покров не будет потеть.

Стандартная ширина крепления составляет 2 см или 22 миллиметра. Как правило, такие размеры соответствуют большинству умных часов, которые присутствуют на рынке. Также необходимо учесть и обхват запястья руки, иначе ремешок может не застегнуться.

Материал может быть разный, но стандартно их существует три основных типа: силиконовые, тканевые и металлические.

Наиболее распространенный среди пользователей, является первый тип. Он имеет широкое использование, ввиду своих универсальных характеристик. Ремешок из силикона может выпускаться в любом цвете, идеально сочетается со спортивным отдыхом, он антиаллергенный, а также не требует постоянного слежения. Легок в носке и имеет специальную сетку отверстий, из-за которой подходит для времяпровождения в жарких условиях и в летние месяцы.

Тканевый ремешок, менее практичный вариант из всех, ввиду чего имеет малую востребованность. Не имеет влагостойкости, из-за чего присутствует необходимость вовремя принимать соответствующие меры, во избежание порчи товара.

Металлический тип имеет наибольшую прочность и надежность, среди аналогов. Однако присутствует один весомый недостаток, часы с таким ремешком существенно увеличат свой вес. Устойчивы к любым повреждениям и идеально сочетаются с бизнес стилем.

Ремешок может быть выполнен в стиле миланской петли, что является наиболее популярным вариантом среди покупателей. Данный ремешок имеет металлический тип и регулируется по размеру посредством магнита. Из достоинств можно выделить легкость в носке, долгая стойкость цвета, надежность, которая проявляется в виде отсутствия какой-либо деформации со временем. Однако иногда может цеплять волосы на кожном покрове, из-за чего происходит депиляция. По происшествии временного периода, застежка может потерять первоначальные параметры и начнет ослабляться.

Также существует керамический тип – его удобно носить на руке и следить за состоянием ремешка

Ремешок из кожи и экологичной кожи – является наиболее классическим типом, имеет деловой вид.

Застежка может быть разных форм. Наиболее легкая в обращении – классическая. Имеет форму в виде прямоугольника или закругленную по углам. Однако ее влияние плохо сказывается долговечности ремешка.

Бабочка – наиболее эстетический вариант в деловом плане. На внешней стороне браслет является цельным.

Клипса – имеет три части. Для того, чтобы застегнуть конструкцию, ее потребуется сложить на пополам, после чего прижать каждое звено. Чтобы расстегнуть потребуется потянуть за нижнюю часть. Может быть оборудована специальными фиксаторами, которые выступают в качестве предохранителей от внезапного раскрытия.

В фитнес-браслетах чаще всего используется – кнопка. Такой вариант является практичным и легким в застегивании.

На основе данного материала можно сделать вывод, что для каждой ситуации следует выбирать определенный ремешок. Таким образом, для ежедневной носки лучше выбрать браслет из силикона или типа миланской петли. Для активного спортивного времяпровождения лучше взять силиконовый браслет или из нейлона. Для ведения бизнеса стоит сделать выбор в пользу элегантного варианта из кожи металлического типа или керамического. В качестве застежки, может выступать клипса или бабочка.

Защитный чехол для часов, может предохранить наручное устройство от механических повреждений. Однако данное предложение не столь популярно на рынке, по сравнению с ремешками. Поскольку последние, могут одновременно выполнять функцию и тех и других.

2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

К разрабатываемому устройству предъявляется ряд требований, которым девайс должен соответствовать. Следует разобраться каждый из пунктов.

Компактность один из главных атрибутов смарт браслета. Они должны быть легкие и небольшие по размеру сопоставимы со стандартными классическими часами. Умное устройство используется на руке и не должно создавать дискомфорта в процессе эксплуатации.

Согласно данному требованию, в девайсе должно быть минимум деталей, ведь они напрямую влияют на размер часов. Поэтому состав комплектующих будет следующим: ремешок для удобства ношения, дисплей для отображения графической информации с экрана, микроконтроллер для управления системой Bluetooth – беспроводной модуль для передачи данных со смартфона. Все детали должны быть собраны вместе, при этом грамотно распределены. Сборка предусматривает соединение посредством проводов.

Посредством телефона должен передаваться сигнал на умные часы. В нем содержится информация о состоянии текущих параметров смартфона. Это означает, что нужно создать программу-оболочку для часов, посредством которой, будет выполняться весь функционал, в том числе и передача данных. Приложение должно полностью подходить по характеристикам к большинству телефонов и работать со смарт часами.

Устройство располагается на запястье. Для ежедневной носки оно должно обладать высоким уровнем комфорта, иначе могут возникнуть раздражения на кожном покрове и другие неудобства. За данный аспект отвечает ремешок и низ корпуса. В первую очередь они должны быть из гипоаллергенного материала, во избежание проблем со здоровьем.

2.1 Выбор и обоснование элементной базы устройства

Для правильного функционирования наручного устройства необходимо ответственно подойти к выбору элементной базы, из которой будут состоять смарт-часы. Прежде всего это микроконтроллер, который является базой умного браслета. Именно в нем хранится приложение, а также осуществляет контроль девайса.

Микроконтроллер обладает входами для подсоединения деталей постоянной и временной памятью, а также процессором. В сущности, это маленький компьютер, который может выполнять несложные задачи. Однако по сравнению с процессором, данное устройство само по себе является ПК.

Чтобы обеспечить краткий функционал стандартного компьютера, в небольшой плате приходится искать компромисс. Чтобы получить девайс с высокой мощностью, априори требуются крупные размеры, при этом стоимость должна быть низкой. На рынке представлено широкое разнообразие микроконтроллеров со всеми возможными характеристиками, поэтому каждый пользователь может выбрать наиболее подходящий вариант под свои запросы.

Для умных часов соответственно требуется небольшой девайс, который сможет обеспечить полный функционал, однако следует обратить внимание на входы и выходы для подключения необходимого оборудования.

Сфера применения микроконтроллеров в современном мире достаточно широкая особенно их использование актуально в дисководах мат. Платах калькуляторах. Также причины для внедрения присутствуют и у бытовой электроники, например, в стиральной машине, кухонных электронных приборах. Также микроконтроллеры нашли свое применение и в относительно новых направлениях, как Умный дом или роботы.

В сфере промышленности мини-компьютеры имеют резон для использования, к примеру, в станках.

Аккумулятор отвечает, главным образом, за подачу питания и работу девайса. В проекте использована батарея литий-ионного типа или, как по

другому ее называют, литий-полимерная. Такие питательные элементы имеют наибольшее распространение в электронной технике. К ней можно отнести смартфоны, лэптопы, фото и видео аппараты, а также относительно новое направление – электромобили.

Данный аккумулятор имеет весомые преимущества, наиболее важные из них это:

- Отсутствие требований к обслуживанию. В результате чего пользователю не придется прибегать к активному взаимодействию с элементом.

- Большое количество циклов, которые позволят заряжать и разряжать аккумулятор

- Долгая саморазрядка. Батарея способна длительное время поддерживать работу устройства.

Однако недостатки также присутствуют. Но в любом случае плюсы компенсируют минусы:

- Данный аккумулятор имеет свойство легко воспламеняться при малейшем контакте с огнем. Это, в свою очередь, означает, что носить умные часы в агрессивных средах с повышенной сухостью и температурой не следует. В частности, людям с профессией пожарного использование фитнес браслетов с такой батареей крайне не рекомендуется. Более того, можно без проблем нанести вред здоровью.

- С каждой новой перезарядкой, емкость батареи сокращается, поэтому при активном взаимодействии спустя время элемент потребует замены.

- Эксплуатация не рекомендуется в холодных условиях. Ввиду длительного нахождения устройства под воздействием низких температур, емкость питательного элемента теряется.

Также аккумулятор может принести вред не только пользователю, но и экологии. Чтобы произвести тонну лития для создания батареи потребуется

переработать почти 100т. руды. При этом элемент сам по себе имеет токсичные свойства, которые отравляют окружающую среду при утилизации.

В некоторых случаях может произойти самопроизвольное возгорание батареи. Такой эффект был присущ первому поколению данного типа аккумуляторов. В современных условиях, безопасность стала намного выше. Однако в любом случае стоит разобраться в причинах такого явления.

Вначале, при производстве питательной детали, применялся анод из металлического лития. В результате на протяжении неоднократного числа циклов зарядки и перезарядки появлялись образования, которые в конечном итоге, приводили к короткому замыканию. После чего закономерно возникал взрыв или при более мягких последствиях – возгорание.

Данную проблему не стоит недооценивать, ведь даже маленький аккумулятор при определенных обстоятельствах, может привести к тяжелым последствиям. Особенно это актуально для авиаперелетов. Из-за чего воздушные транспортные компании регулярно принимают ограничения, касательно транспортировки литиевых батарей. Достаточно вспомнить модель Note 7 из серии Galaxy от южнокорейской компании Samsung, когда из-за частых взрывов питательных элементов телефон был под строгим запретом для авиаперелетов. Если кратко, то смартфон при зарядке батареи мог самовоспламениться, ввиду чего возникал пожар в машине, дома. Однако данная проблема была связана с ошибкой инженеров на этапе производства девайса.

Тушение водой неэффективно против возгорания такой батареи. Аккумулятор способен продолжать горение, даже без доступа кислорода. Такой феномен связан с выделением горючих газов и энергии. Традиционными средствами получится только снизить температуру или обезвредить небольшой по габаритам элемент.

Аккумулятор имеет свойство стареть со временем даже без регулярного применения. Это значит при покупке смарт часов не следует оставлять их на долгое время. Иначе присутствует риск остаться без энергоемкости батареи.

При низких температурах эффект старения усиливается и аккумулятор может выйти из строя еще раньше, по сравнению с эксплуатацией в комнатных условиях.

Дисплей должен отображать весь функционал устройства в графическом виде. Пользователь должен видеть, что умеет девайс на небольшом расстоянии. Экран должен быть небольшим по размеру, чтобы соблюсти компактность, однако не слишком маленьким, иначе обладателю устройства придется щуриться и вглядываться в изображение.

Отличным выбором для создания смарт часов станет дисплей OLED-типа. Данная категория экранов имеет ряд особенностей, которые позволяют комфортно видеть изображение с устройства, однако стоимость такого элемента является высокой.

OLED используются преимущественно в телевизорах, однако применение данного типа популярно и востребовано в наручных смарт-часах.

Дисплей имеет множество пикселей-отдельных светодиодов, из которых в конечном итоге создается изображение. OLED имеет ряд достоинств:

- Маленькая толщина, из-за чего устройство можно сделать компактным.
- Отображение миллионов цветов, ввиду широкого разнообразия палитры.
- Изображение передается без искажений в отличие от TFT-дисплеев, из-за чего смотреть на экран можно под любым, а не только под прямым углом.

Если посмотреть на плюсы, то складывается впечатление, что данный дисплей идеален для применения в смарт-часах, однако следует разобраться и в недостатках, прежде чем сделать выбор:

- В первую очередь это цена, которая превышает стоимость других типов на рынке.

– Данные панели изначально имели небольшой срок службы, ввиду частой поломки светодиодов. На сегодняшний день в OLED-дисплеях данная проблема устранена.

OLED-дисплеи используются в смарт часах, поскольку они компактные по размеру не искажают цвета, а также энергоэффективны.

В качестве беспроводного модуля стоит отдать свое предпочтение Bluetooth-модулям. Устройство – умные часы должно получать информацию с телефона и передавать на собственный дисплей для отображения данных пользователю.

2.2 Выбор комплектующих

В качестве главного элемента управления устройством – микроконтроллера была выбрана плата – ATMEGA328P или Arduino Nano. Выглядит она следующим образом, как показано на рисунке 1.

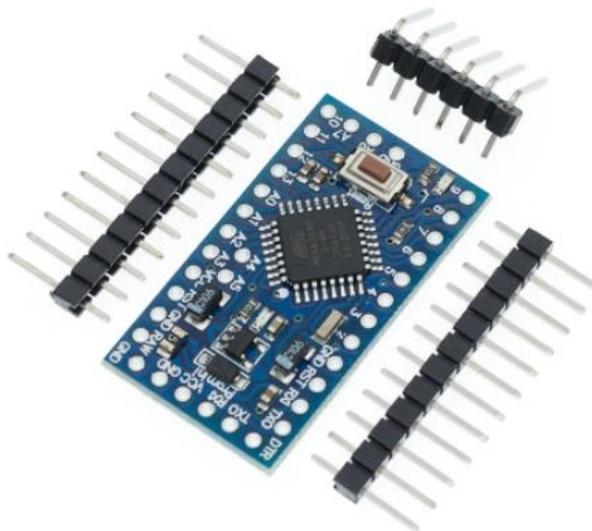


Рисунок 1 – Плата ATMEGA328P

Микросхема имеет 14 цифровых и 8 аналоговых портов для подключения сторонних модулей. Она поддерживает внешнее питание от аккумулятора от 3.5 до 12 В. Подключение питательного элемента осуществляется через порты RAW и GND. Модуль работает на частоте 8 МНЗ. Размер устройства 33 на 18 мм.

Данный микроконтроллер был выбран, ввиду подходящих характеристик по мощности количеству выходов, а также своей миниатюрности. Приоритетнее всего именно последний параметр, ведь умные часы должны быть компактными.

Батарея используется литий-ионного типа с заявленной емкостью производителем в 500мАч, а также напряжением 3.7 В. Для сохранения и предотвращения перезарядки предусмотрена защита РСМ. Аккумулятор имеет большую емкость и высокое качество.

Питательный элемент является наибольшим по размеру среди всех модулей, которые используются в умных часах. Габариты аккумулятора 30 на 30 мм с толщиной в 6 мм.

Батарея может использоваться не только в смарт-браслетах, но и в других портативных устройствах, например, в плеерах, видеокамерах, игрушках, диктофонах, фонариках и так далее.

Ознакомиться с тем, как выглядит аккумулятор возможно на рисунке - 2:



Рисунок 2 – Литий-ионный аккумулятор

Дисплей выбран с OLED-матрицей диагональю 0.96 дюйма с разрешением 128 на 64 пикселя. Модель имеет выходы под питание – Ground и VCC. Последний требует напряжение от 3.3 до 5 В. Увидеть, как выглядит экран, можно на рисунке - 3.



Рисунок 3 – Дисплей OLED

Bluetooth-плата имеет размеры 37 на 15 мм с толщиной в 2 мм с весом 3.5 грамм. По своим габаритам модуль подходит для применения в смарт-часах. Для правильного функционирования требуется обеспечения входного напряжения от 3.6 до 6 В. Передача данных осуществляется на протяжении 10 метров. На дальность сигнала также может влиять и наличие препятствий между умными часами и телефоном. Для подачи питания присутствуют входы GND и VCC. Плата показана на рисунке - 4.

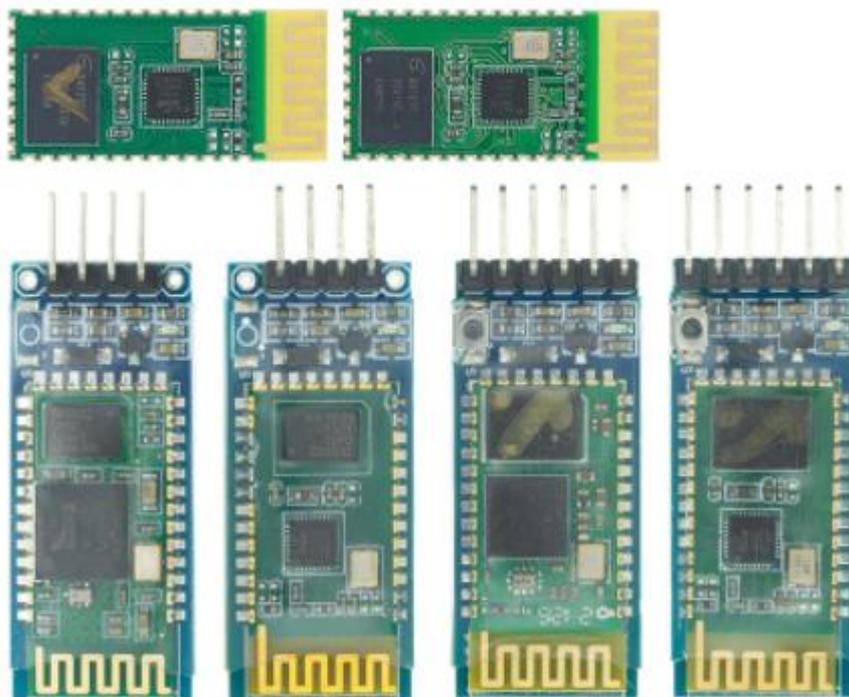


Рисунок 4 – Bluetooth-плата HC-06

2.3 Выбор среды для разработки

Чтобы спроектировать умные часы следует вооружиться программой для создания схем, а также написания и ввода в действие кода. Следует рассмотреть несколько примеров софта и после определиться в соответствии с требованиями.

Microsoft Visio – данный редактор относится к пакету MS Office и позволяет редактировать векторную графику, при этом реализована возможность работы со схемами. Пользователю доступен широкий функционал даже в бесплатной версии программы.

Пробный режим дает доступ редактировать схему только при помощи встроенного браузера в операционную систему Windows – Internet Explorer. Данный интернет-обозреватель не отличается своей быстротой, из-за чего для комфортного использования стоит приобрести платную версию.

Eagle – это программа, которая подходит как для редактирования и создания схем, так и печатных плат. Вначале располагаются элементы и далее происходит трассировка.

К сожалению, компоненты русского производства, в редакторе отсутствуют, однако их можно добавить при загрузке из сети. То же самое касается и локализации программа изначально поставляется на английском, однако существуют русификаторы.

Создать плату возможно только небольшого размера. Из-за чего работать удобно только с небольшими устройствами. Многозадачность отсутствует одновременно возможно редактировать только один лист. Однако программа выпущена проверенной компанией – Autodesk, из-за чего можно рассчитывать на стабильную поддержку.

Программа Dip Trace является комплексным решением, которое предназначено не только для разработки схем и создания элементов, но и работы в объемном пространстве, благодаря встроенному 3d-модулю.

Данный софт имеет аналогичный минус – отсутствие локализации для русскоговорящих. Весь функционал доступен на английском языке. Благо

представлен широкий выбор компонентов, которых в стандартном пакете более 100 тысяч наименований.

EasyEDA – данная платформа позволяет работать со схемами через сеть. Огромный плюс в том, что можно редактировать проект с любого компьютера, благодаря облачному хранилищу. Программа является бесплатной и позволяет проводить взаимодействие без установки. Софт чаще всего используется студентами, получающими среднее специальное и высшее образование по инженерным и IT-направлениям.

Через браузер можно редактировать схемы проводить симуляции, разрабатывать печатные платы. При этом интерфейс платформы отличается своей простотой и легкостью в изучении. Дизайн интуитивно понятен любому, даже начинающему пользователю.

Расширять и дополнять библиотеку новыми деталями может каждый радиолобитель.

Как можно увидеть спектр выбора программы для работы со схемами очень широкий. Однако на фоне остальных больше всего выделяется EasyEDA.

Выглядит программа следующим образом, как на рисунке - 5:



Рисунок 5 – Начальное окно EasyEDA

Здесь представлен начальный экран. Чтобы начать использование софта потребуется зарегистрироваться или войти в аккаунт.

2.4 Обзор сред для разработки микроконтроллера

Arduino IDE – это специализированная среда для разработки программного кода. Функционирует с основными операционными Microsoft Windows, а также на linux-подобных, в том числе и на Mac OS. Софт разработан на современном языке C и C++.

Чтобы написать код потребуется воспользоваться встроенным текстовым редактором. Для удобства пользователя предусмотрена панель инструментов. Если при написании программы или скетча для микроконтроллера возникла ошибка, увидеть в чем проблема можно через окно сообщений.

С помощью клавиш, предусмотренных в меню, можно запустить или остановить выполнение скетча.

Скачивание софта доступно через сайт – Arduino. Среда распространяется на бесплатной основе.

Programino – также является средой для разработки однако стоимость использования – платная. Однако протестировать софт можно без внесения финансов на протяжении двухнедельного пробного периода. При этом при установке требуется предустановленная программа Arduino IDE. Соответственно при запуске потребуется выбрать местоположение Arduino.exe.

Софт написан на языке СИ. Это значит, что заново переучиваться после изучения Arduino IDE не придется. Присутствует автоматический ввод существующих команд.

B4R переводится как Basic for Arduino – отличается от обычного Arduino IDE тем, что в данной программе применяется язык Basic. Аналогично предыдущему софту, присутствует поддержка автодополнения команд. Программа выпускается разработчиком на бесплатной основе.

Codeblocks – является альтернативой относительно среды Arduino. Писать код можно для любых платформ микроконтроллеров.

Для работы была выбрана среда разработки Arduino IDE в купе с программой EasyEда и Fritzing.

2.5 Разработка схема аппаратной части устройства

Чтобы создать девайс, потребуется построить схемы. Они отображают положение элементов устройства способы соединения и взаимодействия.

Структурная схема, как раз указывает все компоненты и применяется на первых этапах проектирования. Она наглядно представляет взаимодействие между частями устройства.

Данная схема представлена на рисунке - 6. Выполнен проект в программе Fritzing.

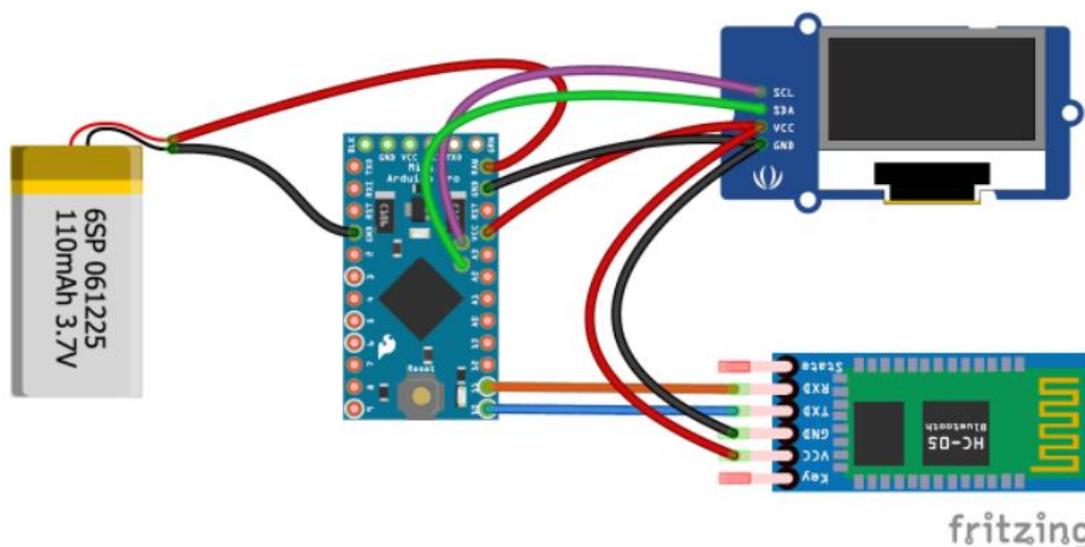


Рисунок 6 – Структурная схема платы устройства в программе Fritzing
Аналогичным образом можно представить структурную схему в виде чертежа на рисунке 7.

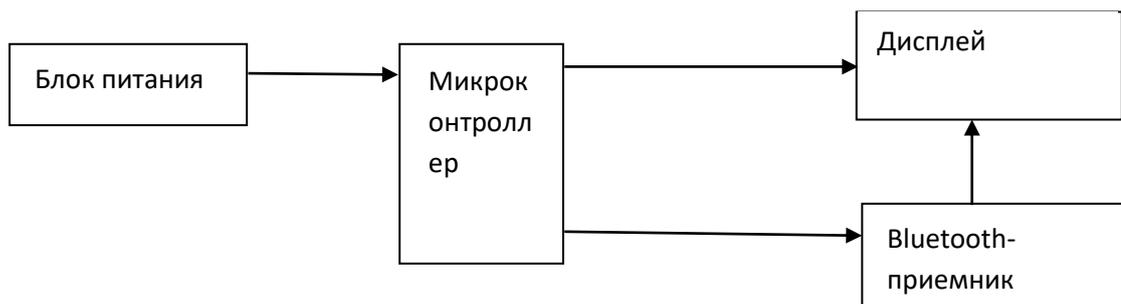


Рисунок 7 – Структурная схема устройства

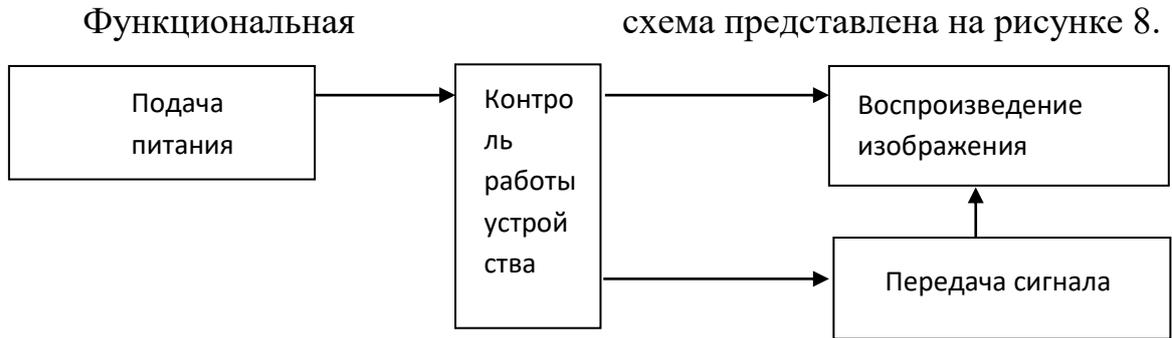


Рисунок 8 – Функциональная схема

На практике полноценное устройство выглядит следующим образом, как показано на рисунке 9:



Рисунок 9 – Смартфон с приложением и физический макет смарт-часов
Смарт-часы находятся справа. Слева установлен телефон с приложением, с помощью которого можно управлять наручным браслетом и просматривать основную информацию с него.

В макете вместе собраны детали с помощью пайки и проводов. Ремешок поставляется отдельно и не входит в состав схемы.

Чтобы воспользоваться приложением для телефона нужно активировать Bluetooth-соединение. После чего соединить смартфон с модулем HC-06.

Затем на экране появляется информация о девайсе, как на рисунке 10.

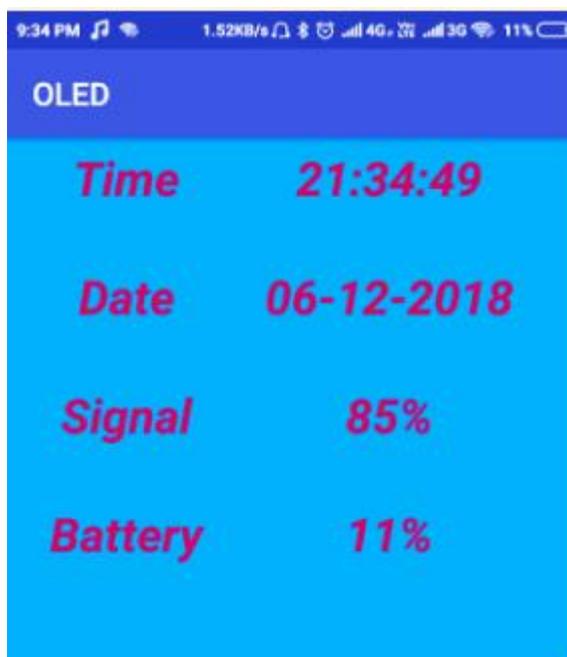


Рисунок 10 – Главный экран приложения

Аналогичные данные находятся на смарт-часах, однако дизайн интерфейса выглядит иным образом. На умном устройстве при включении отображается время, состояние батареи и другие основные параметры, которые по необходимости можно добавить, изменив код программы, в среде Arduino IDE. Также присутствуют графические иконки. Пользователю будет гораздо легче сориентироваться в управлении наручным девайсом если интерфейс будет дружелюбным и подходить как начинающим, так и опытным юзерам мобильных девайсов.

Узнать каким образом дизайн реализуется на практике, можно ознакомившись с рисунками 11, 12 и 13.

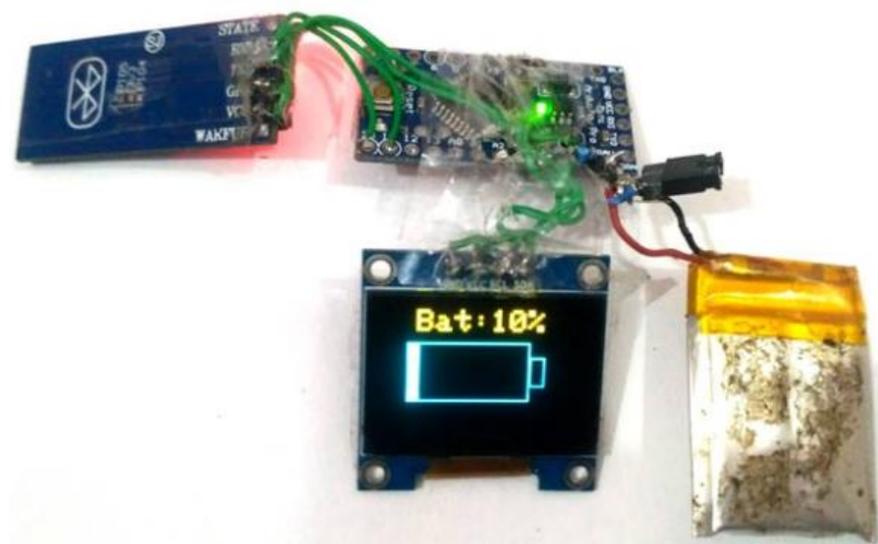


Рисунок 11 – Состояние заряда батареи

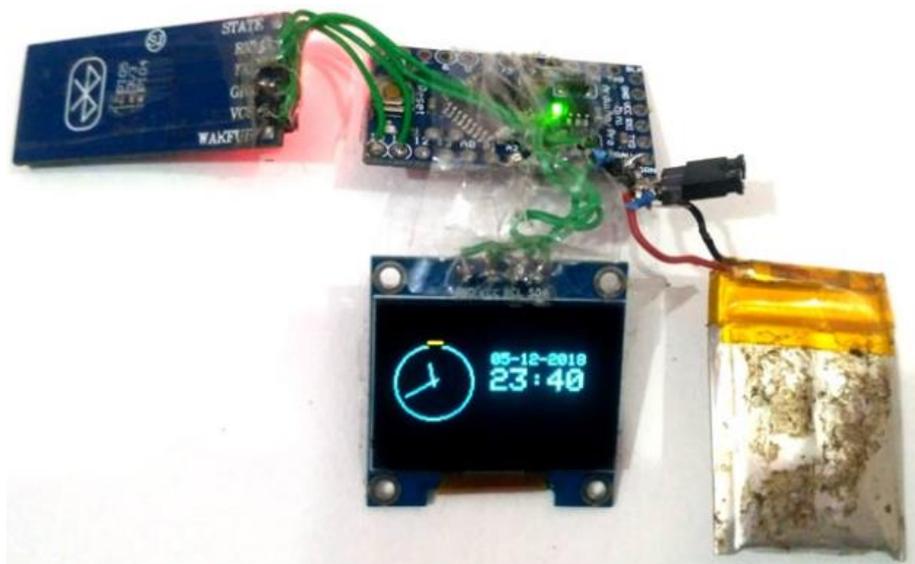


Рисунок 12 – Состояние текущей даты и времени

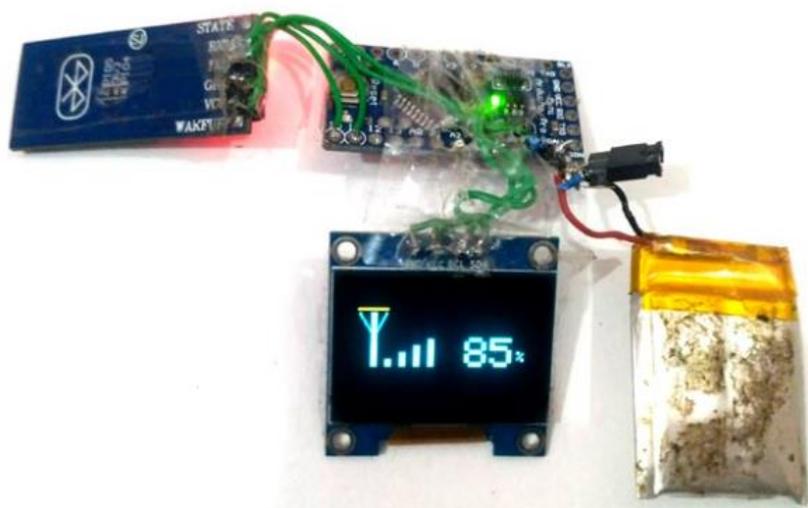


Рисунок 13 – Состояние текущего мобильного сигнала

Переход с одного слайда на другой происходит в автоматическом режиме.

Если с дизайном интерфейса все легко, то возникает вопрос к самим часам. Ведь их нужно носить на руке и соответственно, все детали необходимо не только спаять между собой, но и правильно компактно расположить.

В результате была выбрана следующая комбинация элементов, как показано на рисунке 14.



Рисунок 14 – Расположение элементов в компактном виде

В толщину устройство не превышает 2-ух сантиметров, что является достаточно хорошим показателем. Причем данное значение, по необходимости можно уменьшить, тем самым сделав толщину еще тоньше. Результат показан на рисунке 15.

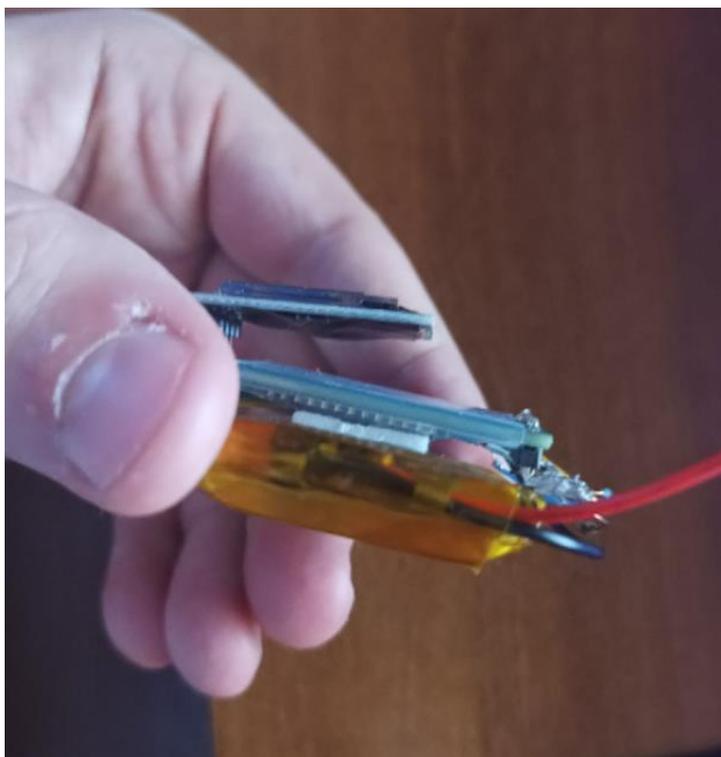


Рисунок 15 – Вид умных-часов сбоку

Снизу конструкции находится питательный элемент – литий-ионная батарея, а сверху соответственно, дисплей, для удобного доступа к графической информации. Посередине, вдвоем на одном уровне располагаются микроконтроллер и Bluetooth модуль. Если провести сравнение, то наручное устройство в “сыром” виде выглядит в виде пирамиды. Это означает, что снизу находится наибольший по площади элемент, и постепенно поднимаясь кверху, каждый компонент меньше предыдущего по размеру.

В качестве достоинства такого макета можно выделить идеально плоскую поверхность снизу. Тем самым, можно легко прикрепить ремешок, чтобы часы можно было носить на руке. Браслет подойдет любого типа, но для уменьшения стоимости, рекомендуется использовать из силиконового материала. Металлический тип утяжелит вес конструкции и как вследствие ежедневно носить девайс станет неудобно, ввиду большой массы.

Но на этом моменте разработка не оканчивается, ведь для защиты деталей от внешних факторов все составляющие электронные элементы следует поместить в один корпус.

В качестве емкости может использоваться как обычный коробок, так и деталь, распечатанная на 3d-принтере. Для представления макета подойдет распечатка из пластмассы.

Ввиду того, что умные часы имеют резон для использования в вооруженных силах Российской Федерации, цвет корпуса должен быть темно-зеленый в стиле милитари. Таким образом, солдаты смогут скрываться от противников, которые не смогут заметить военнослужащего, ввиду камуфляжной раскраски.

Для того, чтобы установить макетную плату внутрь корпуса, потребуется разделить емкость на две детали. В первой будут храниться все элементы – батарея, Bluetooth модуль, дисплей, микроконтроллер. Вторая – крышка, в которой будет предусмотрено отверстие для кнопки, отвечающей за активацию и выключение часов, а также выход под экран.

Значит, необходимо разработать два чертежа в соответствии с размерами макетной платы устройство, также замерить расстояния для размещения дисплея и отверстия под замыкание контакта RAW, который отвечает за включение часов.

Объяснение кода программы представлено ниже, а также на рисунке – 16 и 17.

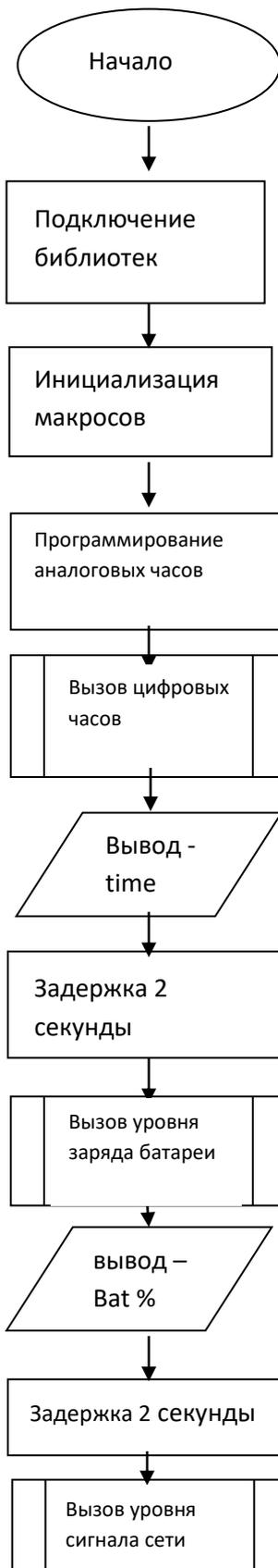


Рисунок 16 – Блок схема часть 1

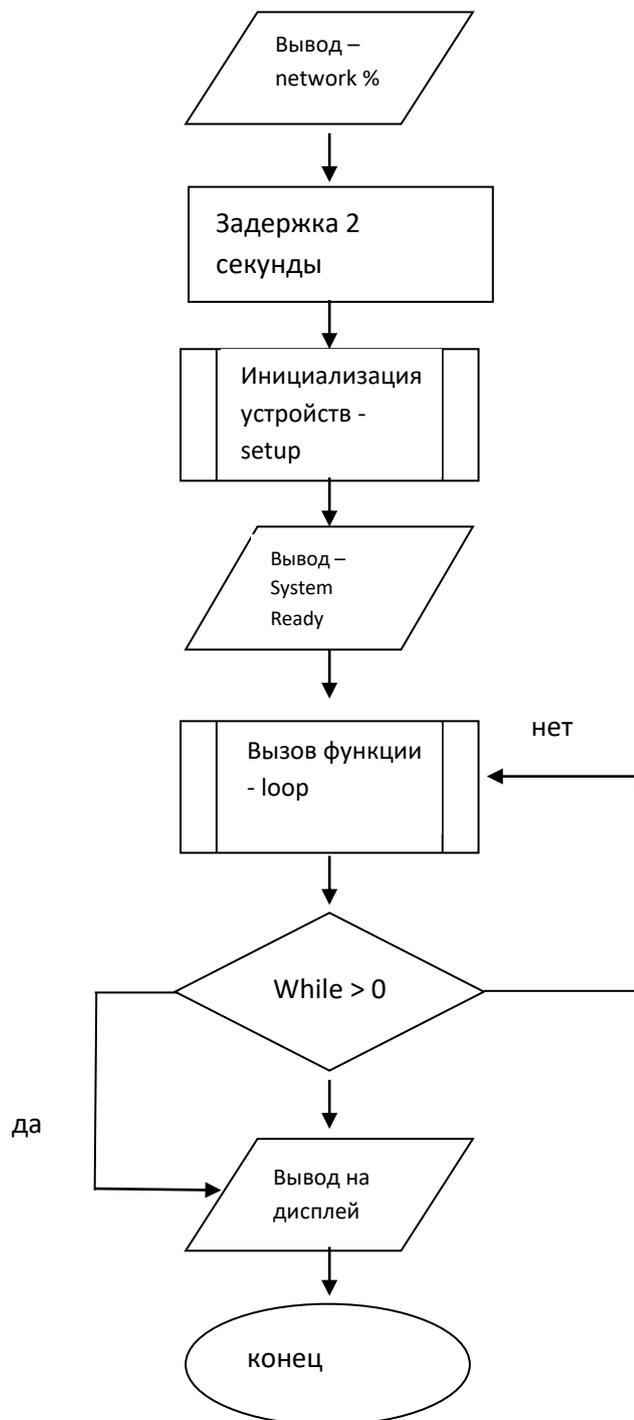


Рисунок 17 – Блок-схема работы программы часть 2

Весь текст можно представить в виде нескольких блоков. Вначале подключаются все необходимые библиотеки, а также макросы. Весь материал будет использован для проведения операций.

Далее программируется часть для аналоговых и после для цифровых часов. Вкратце, устанавливается шрифт создается иконка, меняется цвет текста.

Уровень заряда батареи программируется аналогичным образом, ровно также, как часы и сигнал сети.

В setup устанавливаются все элементы, используемые в умном девайсе.

Наибольшая часть по размеру – loop. С ее помощью Bluetooth модуль принимает информацию с телефона, и после чего декодирует ее. Впоследствии даются команды для визуализации данных на дисплее часов.

Разработка мобильного приложения

Чтобы создать мобильное приложение для смарт-часов следует использовать одну из сред разработок. Однако вначале, следует разобраться какие существуют программы данного типа для устройств на базе операционной системы Android.

– MIT App Inventor – это среда разработки с помощью которой, можно создавать и редактировать приложения для мобильной системы Android. Огромный плюс заключается в том, что при работе в данной программе не требуется изучать язык программирования. Вполне хватит знаний алгоритмизации. Однако, прежде чем начать разработку нужно создать аккаунт Google. Чтобы построить приложение следует воспользоваться графическим интерфейсом и блоками в которых находится код.

– Android Studio – среда разработки, которая применяется исключительно для работы с ОС Android. IDE распространяется на бесплатной основе любой пользователь может взаимодействовать с софтом без необходимости покупки, причем с самого начала выпуска в 2013-ом году. Программа доступна для трех основных платформ Macintosh, Linux и Windows. При создании приложений используются языки C++, JAVA и менее известный Kotlin.

– Eclipse – среда разработки приложений для мобильных устройств, распространяемая на свободной основе. Данный софт относится к категории базовых. Дизайн простой без особых удобств для пользователя, однако радует локализация на русский язык. Весь интерфейс стандартный и

напоминает IDE Atmel Studio. Для создания программы на Android может применяться только текстовый код. Блоки и другие вспомогательные элементы отсутствуют. Если говорить коротко, то все возможности можно реализовать, однако новичкам стоит начать обучение с более легких сред разработки. В то время, когда Google представила уже упомянутую Android Studio спрос на софт от компании Eclipse снизился. Следует отметить то, что в отличие от других аналогичных IDE, данная меньше всего занимает ресурсов компьютера, тем самым запуск и полноценная работа возможна даже на слабых ПК.

– IntelliJ Idea – софт был разработан отечественным производителем JetBrains. Сама среда разработки позволяет писать программный код на ряде языков. Больших ресурсов от компьютера для полноценного функционирования среды разработки не требуется. Достоинством, по сравнению с Eclipse, можно назвать дружелюбный интерфейс, ориентированный как для начинающих, так и опытных программистов. Но за плюсом следует и недостаток за хорошую реализацию функционала следует заплатить разработчику.

Как видно, среды разработки присутствуют в достаточном количестве, чтобы выбрать тот софт, который наиболее подходит под требования для написания мобильного приложения.

Для проекта умное наручное устройство нужно создать легкое приложение, внутри которого можно подключить смартфон и часы между собой по Bluetooth, а также отобразить основные параметры состояния даты, времени, сигнала, батареи. Для реализации написания кода, в наличии присутствует компьютер с процессором i5 8400, 16GB, оперативной памяти и видеокарта GTX 1060 6GB. Отсутствуют опыт написания приложений для платформы Android. Для экономии в стоимости затрат бюджет на покупку среды разработки сокращен.

Сразу можно отказаться от Eclipse, так как возможности позволяют использовать мощный ПК для написания программного кода. IntelliJ Idea –

платный софт, а ввиду сокращения затрат на разработку данная IDE отпадает.

Android Studio – имеет весомое преимущество, ведь среда разработки создана компанией Google и идеально соответствует требованиям для создания приложений под Android. Однако внимание стоит обратить на MIT App Inventor. Чтобы создать мобильную программу не потребуется изучать язык программирования, весь функционал можно составить с помощью блоков.

При этом можно наглядно показать, как работает приложения. Принцип взаимодействия будет понятен даже неопытному пользователю, что нельзя сказать о текстовом коде. Интерфейс среды разработки выглядит следующим образом, как показано на рисунке 18.

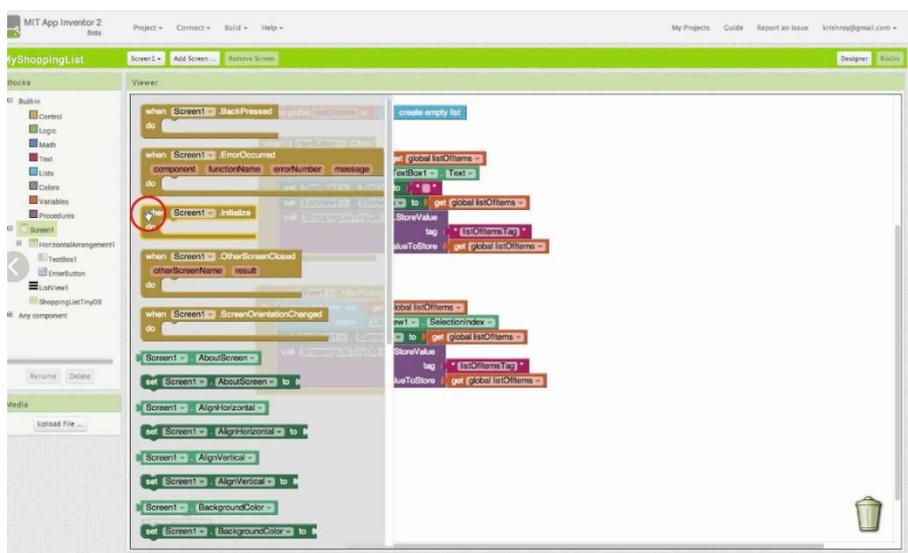


Рисунок 18 – Интерфейс программы MIT App inventor

Как можно, заметить весь текст алгоритмизации присутствует в функциональных блоках. Чтобы добавить новый элемент, его нужно выбрать в левой части экрана.

Саму программу, даже не потребуется скачивать на компьютер, достаточно просто запустить платформу в браузере, после чего авторизоваться под своим Google-аккаунтом и ввести название проекта.

То, как будет выглядеть дизайн разрабатываемого приложения сразу виден при работе. Среда разработки показывает смартфон на системе Android с привычным интерфейсом как показано на рисунке 19.

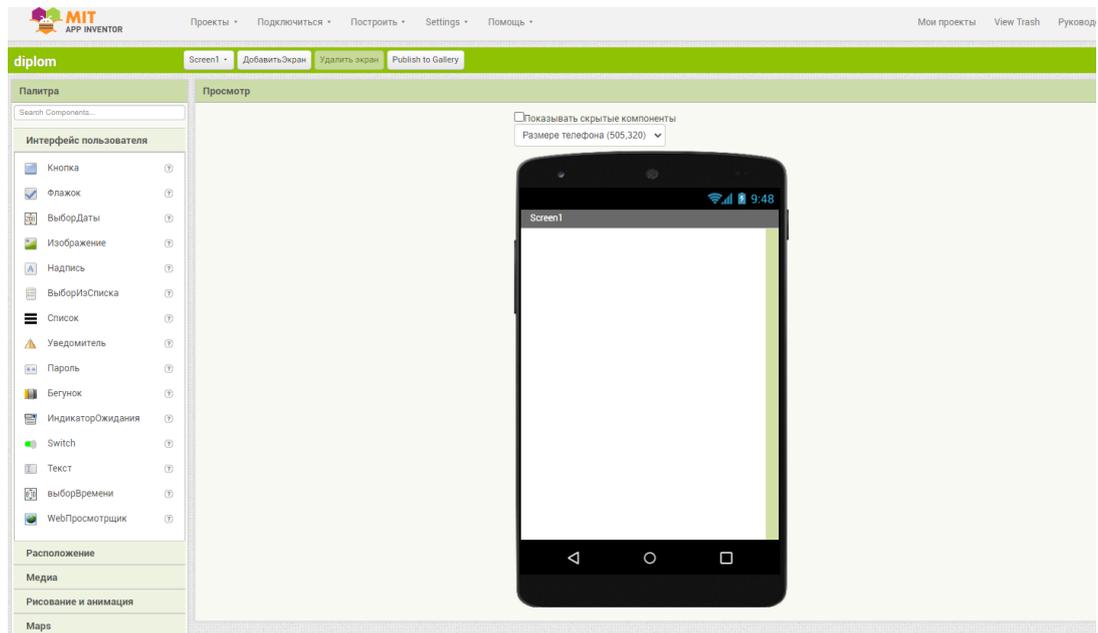


Рисунок 19 – Создание приложения в среде разработки MIT App Inventor
Полученная программа в виде блоков представлена на рисунке 20.

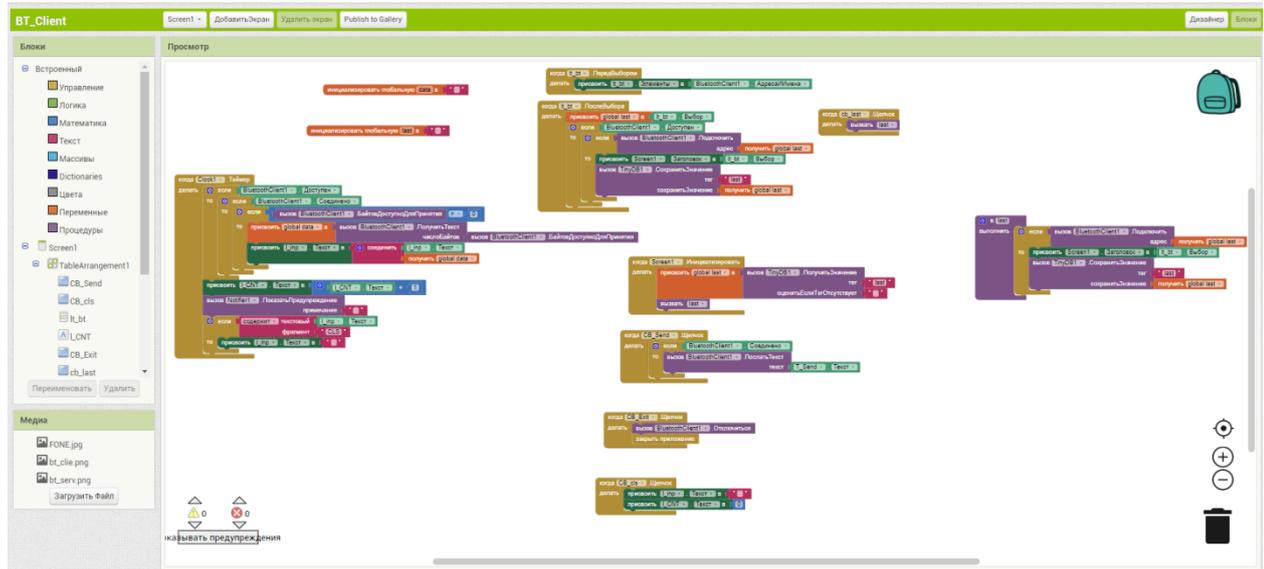


Рисунок 20 – Готовая программа для соединения по Bluetooth
Дизайн приложения выглядит следующим образом как показано на рисунке 21.

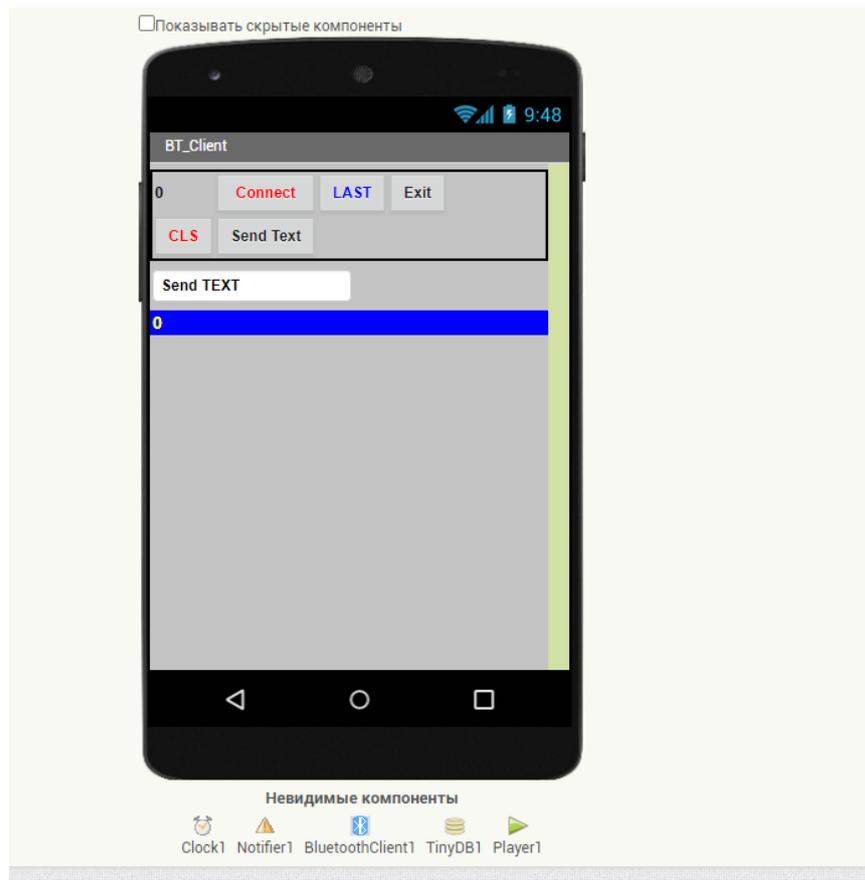


Рисунок 21 – Bluetooth клиент вид интерфейса на телефоне

Далее следует произвести экспорт Ark-файла и после чего установить приложение на смартфон. Для подключения мобильного устройства и смарт-часов следует выбрать Bluetooth-модуль HC-06 в настройках, далее ввести ПИН-код 0000 или 1234, согласно заводской комплектации.

3 ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ТРУДА

Техника безопасности при использовании "Проекта наручного автоматического устройства контроля и счета текущих параметров мобильного смартфона по технологии беспроводной связи"

При использовании умных часов следует принять во внимание аспекты по технике безопасности, во избежание неприятных последствий при эксплуатации электронного устройства.

Наручный счетчик не стоит носить на запястье руки долгое время. Иначе ремешок может начать натирать кожу. Часы следует снимать на ночь.

Устройство подходит для людей любых возрастных категорий, кроме малышей. При использовании аксессуара пользователь может быть подвержен следующему ряду рисков:

- Возможность возникновения приступов тошноты и головной боли. Данные симптомы могут возникать, ввиду излучения от электронного оборудования. Сократить риски возможно посредством уменьшения количества времени, которое проводится за использованием смарт-часов.

- Ухудшение качества сна настроения и памяти. Активно поступают сообщения о том, что люди страдают бессонницей, ввиду частого ношения умного аксессуара. Сложнее получается сконцентрироваться на конкретной задаче. Ситуация становится хуже, когда пользователи не отключают часы перед сном. Также были зарегистрированы случаи резкого изменения настроения и сложностей в запоминании деталей.

- Дистморфия тела или набор массы. Когда умное устройство находится на руке, воспользоваться им гораздо легче. Из-за этого появляется желание постоянно проверять поступления новых данных. Особую опасность таит в себе привычка использования часов во время приема еды. Создаются условия для переедания, в силу неспособности оценить состояние организма, что в свою очередь, приносит последствия в виде избытка веса.

– Выход из реального мира в цифровой. Человек при частом соблазне воспользоваться часами, реже обращает внимание, что происходит вокруг него. Из-за этого может пострадать социальная часть человека.

Риск данных факторов можно существенно уменьшить, если следовать нескольким правилам, о которых рассказано далее.

3.1 Мероприятия по повышению экологической безопасности

Следует вначале разобраться в том, что означает понятие экологическая безопасность. Это обеспечение защиты природы от негативных факторов при производстве и утилизации оборудования.

При выпуске устройства могут быть изготовлены бракованные детали. После обнаружения неисправности такие детали отправляются на промышленную свалку, тем самым, загрязняя окружающую среду.

Электрические устройства производятся из химических элементов металлов, сплавов, растворов и других, некоторые являются вредными. Негативные факторы проявляются при изготовлении, синтезе, обработке материалов. Часть веществ входит в группу токсичных, к ним относятся мышьяк, свинец и так далее. Травители также имеют вредные свойства.

При избавлении от отработанного девайса, случается ряд трудностей. Умные часы не должны утилизироваться через стандартный контейнер, ввиду того, что в аккумуляторе присутствуют соединения, обладающие ядовитыми свойствами, а корпус изготавливается из пластмассы.

Детали электронных устройств не разлагаются, при этом избавление от старого девайса путем сжигания, ведет за собой выделение вредных и опасных веществ. Они же попадают в воду, которую впоследствии пьют животные и люди, происходит выделение токсичных элементов, формальдегидов, стирола, канцерогенов. При частом воздействии ядовитых веществ, присутствует риск появления рака, болезней печени, крови.

Для производителей существует ответственность, которая наступает в случае неправильной утилизации. Согласно закону, в случае нарушения,

предусматривается штраф, который может составлять от 1 тысячи рублей до 350 тысяч.

Рядовые пользователи не знают, как правильно утилизировать устаревшее электронное устройство, вследствие чего возникают проблемы с экологией. Умные часы можно сдать в специальные пункты приема, ведь электроника - это вторичное сырье, которое может применять производитель при повторном производстве. При этом не наносится вред окружающей среде. Сбором занимаются компании, которые находятся в каждом городе.

Некоторые магазины-продавцы электронной техники проводят акции по обмену старых девайсов на новые со скидкой. Это является дополнительной стимуляцией пользователей к повторной переработке.

Существуют точки по приему вторичного сырья. Сдача в такой пункт позволит пользователю получить за использованную электронику реальные деньги.

Продажа через специализированные сайты, такие как: Авито или Юла. Более ненужная вещь может послужить на благо другому человеку. Также отработанный девайс можно сдать в фирменный центр производителя или мастерскую на запчасти.

Если желание продавать отсутствует, неиспользуемый девайс можно подарить.

После этапа сдачи электронного девайса начинается процесс утилизации. Переработка предполагает взаимодействие со всеми частями смарт часов – дисплеем, аккумулятором, микросхемой.

В первую очередь, начинается сортировка. Сданные детали обрабатываются в ручном режиме сотрудниками утилизационных компаний. Все электронные устройства разбиваются на типы – умные часы, смартфоны, браслеты и другие. Далее из них удаляется аккумулятор или батарейка. Следует учесть, что питательные элементы могут быть неисправны, вскрыты, а их содержимое в свою очередь, обладает токсичными свойствами.

Разборка происходит следующим образом: отделяются внешние детали – корпус и дисплей. После чего снимается электронная плата, вместе с этим удаляются болтики, шлейфы и так далее.

Ценнее всего детали, состоящие из металла, пластик же отправляется в не перерабатываемый мусор. Пластик имеет более низкую температуру плавления, из-за чего его отделение от металла происходит посредством нагрева.

Некоторые детали относятся к категории не сортируемых, например, полупроводниковые кристаллы.

Батареи в умных часах имеют литий-полимерный тип. При сдаче таких аккумуляторов в пункт переработки, в первую очередь, они разбираются на части. Пластический материал поставляется сразу на переработку, однако с электролитом инструкция обстоит иначе. Его потребуется обезвредить и после чего восстановить. Батареи нельзя выбрасывать в мусор, ведь они обладают токсическими и ядовитыми свойствами.

3.2 Мероприятия по снижению воздействия выявленных вредных и опасных факторов

Смарт часы вредны для здоровья, ввиду электромагнитного излучения. Данная проблема привлекла к себе резонанс в последние несколько лет, когда число пользователей умного устройства стабильно повышается с каждым годом.

Особенно данная проблема актуальна для тех людей, кто болен такими заболеваниями, как: рак, диабет или подвержен депрессии.

Все электронные девайсы испускают излучение, в том числе и smart-watch. Если говорить об умных-цифровых устройствах, то в них уровень опасных факторов гораздо выше, нежели в обычных экземплярах.

Чтобы не получить негативные последствия от использования умных часов, стоит придерживаться следующих советов:

- Не включать смарт устройство, когда в этом нет особой необходимости. Главным фактором риска остается излучение радиации,

которую человек получает при активном использовании часов. Пользователя может ввести в затруднение реклама такого оборудования. Компании показывают плюсы ежедневного применения, 24 часа в сутки смарт-браслетов. На практике же, следование данному решению повлечёт за собой только недостатки для здоровья. Во время сна проверять девайс не требуется, а значит его необходимо снять и положить подальше от себя. При этом освобождается и запястье, из-за чего сон будет комфортнее. Если необходимости в использовании устройства нет, то стоит дать телу отдохнуть от влияния смарт-часов.

– При занятии конкретным делом, например, работой, не следует отвлекаться на проверку умного устройства. При социальном контакте нужно сосредоточиться на общении с окружающими людьми, а не цифровом взаимодействии с часами. Лучшим решением будет временно отключить девайс, в том числе и Bluetooth, от которого главным образом, исходит излучение вредное для организма.

– Носить умные часы совместно с защитным футляром или чехлом. Такой аксессуар сможет уберечь пользователя от неблагоприятных воздействий электронного устройства. Данные исследования были подтверждены, однако проведенные испытания не всегда дают возможность в полной мере доказать этот факт.

– Не быть зависимым от электронного устройства. При возникновении чувства, что пользователь проводит слишком много времени за использованием часов, следует отдохнуть от наручного девайса. Смарт-браслет – это только дополнение к основной жизнедеятельности, а не полноценная замена.

– Умное устройство предоставляет удобство и эффективность во время дня. Однако ЭМП-излучение заставляет пересмотреть взгляды на постоянное времяпровождение за наручным девайсом. Главная мысль – это не использовать устройство, когда в этом нет причин.

Также существуют рекомендации, которые помогут следовать вышеперечисленным советам:

- Отключать устройство за несколько часов до начала сна. Вместо этого стоит заняться чтением или другими видами деятельности, которые позволяют отдохнуть мозгу человека.

- Пробовать временное прекращение использования смарт часов на день неделю или месяц, для препятствия выработки цифровой зависимости.

3.3 Вывод по разделу

Умные часы являются не самым опасным устройством с точки зрения процесса эксплуатации, однако существует несколько важных правил, которые смогут обеспечить высокую гарантию безопасности.

На практике повседневное использование часов не вызовет серьезных проблем со здоровьем. При активной эксплуатации повышается шанс возникновения депрессии и плохого настроения.

Для лучшего самочувствия, следует ограничить применение не только умных браслетов, но и всей электронной техники в целом. IT-технологии внедрены в жизнь на всех уровнях. Телефоны и компьютеры составляют значительную часть рабочего дня, как у программистов, так и рядовых пользователей. На фоне такого количества девайсов смарт-часы не доставят сильного дискомфорта, однако следует учесть, что наручное устройство используется еще и ночью, а это значительно влияет и на сон.

Дополнительно нужно отключить такие опции как, Bluetooth или Wi-Fi, в то время, когда они не используются.

Включать наручный девайс следует только тогда, когда в этом присутствует какая-либо необходимость. В ином случае лучше ограничиться и не прибегать к использованию без причины.

Для сохранения часов и обеспечения длительной эксплуатации нужно носить девайс в футляре или чехле, который при определённых обстоятельствах защитит устройство от неблагоприятных последствий.

4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Расчет затрат на разработку программы для микроконтроллера

В данном разделе подробно разобрана вся информация касательно расчета затрат, которые требуются на создание продукта – Умные часы. Данные вычисления показывают, как формируется цена между разработчиком – создателем устройства и заказчиком – ЛФ Пнипу. Для начала следует подробнее разобраться в определениях.

Разработчик – это человек, с которым подписывается договор на оказание услуг купли-продажи.

Данный раздел выполняется согласно знаниям, которые были получены за время прохождения дисциплины под наименованием – Экономика.

Для появления нового продукта на потребительском рынке требуются трудовые затраты. Они связаны с человеческими ресурсами – временем, занимаемом на разработку материалами, которые используются для сборки девайса, доставкой комплектующих. Также исполнитель вправе сам объявлять темы, на которые требуется дополнительный расход при условии согласования с заказчиком путем предоставления доказательств целесообразности затрат.

Чтобы показать эффективность и правильное распределение финансовых ресурсов предоставляются расчеты. С их помощью можно увидеть какая часть денежных средств ушла на определённые затраты.

Затраты на разработку программы для микроконтроллера рассчитываются по следующей формуле:

$$Z_{РПР} = Z_{ФОТР} + Z_{ОВФ} + Z_{ЭВМ} + Z_{СПП} + Z_{ХОИ} + P_{Н},$$

1)

где $Z_{ФОТР}$ – общий фонд оплаты труда разработчиков программы,

$Z_{ОВФ}$ – начисления на заработную плату разработчиков программы во внебюджетные фонды,

$Z_{ЭВМ}$ – затраты, связанные с эксплуатацией техники,

$Z_{СПП}$ – затраты на специальные программные продукты, необходимые для разработки программы для микроконтроллера,

$Z_{ХОП}$ – затраты на хозяйственно-операционные нужды (бумага, литература, носители информации и т.п.),

R_H – накладные расходы ($R_H = 30\%$ от $Z_{ФОТР}$).

При разработке программы для микроконтроллера общее время разработки составило 1 месяца.

Фонд оплаты труда за время работы над программой для микроконтроллера:

$$Z_{ФОТР} = \sum_{j=1}^m O_{Pj} \cdot T_{РПРj} \cdot (1 + k_d)(1 + k_y), \quad (2)$$

где O_{Pj} – оклад j -го разработчика. В разработке участвовал 1 человек, его оклад составляет 20000 руб.,

$T_{РПРj}$ – общее время работы над программой в месяцах, $T_{РПР} = 1$,

k_d – коэффициент дополнительной зарплаты, $k_d = 20\% = 0,2$,

k_y – районный коэффициент, $k_y = 0,15$.

Таким образом,

$$Z_{ФОТР} = 20000 \cdot 1 \cdot (1 + 0,2) \cdot (1 + 0,15) = 27\,600 \text{руб.}$$

Страховой взнос во внебюджетные фонды складывается из взносов на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Страховые взносы складываются из обязательного пенсионного страхования (ОПС), отчислений в фонд социального страхования и отчислений в фонд обязательного медицинского страхования.

Значения всех используемых ставок приведены в таблице 1.

Таблица 4 – Значения ставок страховых взносов

№	Наименование внебюджетного фонда	Размер ставок, %
1	Пенсионный фонд	22
2	Фонд социального страхования	2,9
3	Федеральный фонд обязательного медицинского страхования	5,1
	Итого:	30

Сумма начислений на заработную плату во внебюджетные фонды составляет:

$$Z_{ОВФ} = 0,3 \cdot Z_{ФОТР}, \quad 3)$$

$$Z_{ОВФ} = 0,3 \cdot 27\,600 = 8\,280 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с использованием вычислительной и оргтехники:

$$Z_{ЭВМ} = T_{МРПР} \cdot k_{Г} \cdot n \cdot C_{М-ч} \quad 4)$$

где $k_{Г}$ – коэффициент готовности ЭВМ, $k_{Г} = 0,95$,

n – количество единиц техники, равно 1,

$C_{М-ч}$ – себестоимость машино–часа, $C_{М-ч} = 10$ руб.,

$T_{МРПР}$ – машинное время работы над программой, равно 1 мес.

Перевод рабочего времени в часы осуществляется по формуле:

$$T_{час} = T_{мес} \cdot Ч_{РД} \cdot T_{см} \cdot K_{см}, \quad 5)$$

где $T_{час}$ – рабочее время, ч,

$T_{мес}$ – рабочее время, мес, ($T_{мес} = 2$),

$Ч_{РД}$ – число рабочих дней, ($Ч_{РД} = 22$),

$T_{см}$ – продолжительность рабочей смены, ($T_{см} = 8$ ч),

$K_{см}$ – количество рабочих смен, ($K_{см} = 1$).

Таким образом, время на разработку программы для микроконтроллера с использованием ЭВМ составляет:

$$T_{час} = 2 \cdot 22 \cdot 8 \cdot 1 = 352 \text{ часа,}$$

$$Z_{ЭВМ} = 352 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 10 = 3344 \text{ руб.}$$

Затраты на специальные программные продукты, необходимые для разработки программы для микроконтроллера рассчитываются по формуле:

$$Z_{СПП} = \sum_{p=1}^n Ц_p \quad 6)$$

где $Ц_p$ – цена p -го специального программного продукта.

Перечень программных продуктов специального назначения приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Программные продукты специального назначения

	Название ПП	Цена, руб.
	Среда разработки Arduino IDE	0
	EasyEDA	0
	Среда разработки MIT App Inventor	0
	Итого:	0

Использованные программные продукты бесплатны, поэтому:

$$Z_{СПП} = 0 \text{ руб.}$$

Затраты на хозяйственно–организационные нужды приведены в таблице 3 и вычисляются по формуле:

$$Z_{ХОИ} = \sum_{\tau=1}^n Ц_{\tau} \cdot K_{\tau}, \quad 7)$$

где $Ц_{\tau}$ – цена τ -го товара, руб.,

K_{τ} – количество τ -го товара.

Таблица 6 – Затраты на хозяйственно–организационные нужды

Наименование	Цена за единицу (руб.)	Кол-во (шт.)	Всего (руб.)
USB–флеш–накопитель	600	1	600
Бумага	0,5	140	70
		Итого:	670

$$Z_{ХОИ} = 600 \cdot 1 + 0,5 \cdot 140 = 670 \text{ руб.}$$

Накладные расходы:

$$P_H = Z_{\text{ФОТР}} \cdot k_{\text{НР}},$$

8)

$$P_H = 27600 \cdot 0,3 = 8280 \text{ руб.}$$

Таким образом, затраты на разработку программы для микроконтроллера рассчитанные по формуле 1 составят:

$$Z_{\text{РПР}} = 27600 + 8280 + 3344 + 0 + 670 + 8280 = 48174 \text{ руб.}$$

4.2 Расчет затрат на внедрение программы для микроконтроллера

Затраты на внедрение программы для микроконтроллера (ЗВПР) рассчитываются по формуле:

$$Z_{\text{ВПР}} = Z_M + Z_{\text{КТС}} \cdot (1 + k_{\text{ТУН}}) + Z_{\text{ПО}} + Z_{\text{ФОТВ}} + Z_{\text{ОФВ}} + Z_{\text{ЭВМ}} + P_{\text{КОМ}} + P_H,$$

9)

где Z_M – затраты на приобретение материалов, руб.,

$Z_{\text{КТС}}$ – затраты на приобретение комплекса технических средств, руб.,

$Z_{\text{ПО}}$ – затраты на приобретение программного обеспечения (включают стоимость разработанной программы, а также других существующих ПП, необходимых для функционирования системы), руб.,

$Z_{\text{ФОТВ}}$ – затраты на оплату труда работников, занятых внедрением проекта, руб.,

$Z_{\text{ОФВ}}$ – страховой взнос во внебюджетные фонды с заработной платы работников, занятых внедрением проекта, руб.,

$Z_{\text{ЭВМ}}$ – затраты, связанные с эксплуатацией ЭВМ при внедрении проектного решения, руб.,

$P_{\text{КОМ}}$ – командировочные расходы, руб.,

P_H – накладные расходы, руб.,

$k_{\text{ТУН}}$ – коэффициент транспортирования, установки и наладки комплекса технических средств, определяется действующими нормативами организации, а также спецификой конкретного проекта.

Затраты на приобретение материалов (Z_M) приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Затраты на приобретение материалов

Наименование	Цена за единицу (руб.)	Кол-во (шт.)	Всего (руб.)
Ремешок силиконовый	100	1	100
Arduino Pro Mini	341	1	341
Модуль OLED дисплей	137	1	137
Bluetooth-модуль	147	1	147
Li-On полимерная батарея	300	1	300
Соединительные провода	5	1	50

Дополнительного приобретения компьютеров или других КТС не требуется, следовательно, $Z_{\text{КТС}} = 0$.

Затраты на приобретение программного обеспечения в данном случае равны затратам на разработку и составляют $Z_{\text{ПО}} = 86574$ руб.

Внедрением занят один системный инженер с окладом 15000 руб. Время внедрения – 0,2 месяца. По формуле рассчитываем затраты на оплату труда и страховой взнос во внебюджетные фонды.

$$Z_{\text{ФОТВ}} = 15000 \cdot 0,2 = 3000 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{ОВФ}} = 3000 \cdot 0,3 = 900 \text{ руб.}$$

Затраты, связанные с эксплуатацией ЭВМ при внедрении проектного решения составят:

$$Z_{\text{ЭВМ}} = 0,2 \cdot 22 \cdot 8 \cdot 10 = 352 \text{ руб.}$$

Командировочные расходы при внедрении программы для микроконтроллера не планируются, следовательно, $R_{\text{ком}} = 0$.

Так как коэффициент накладных расходов по данным организации составляет $k_{\text{НР}} = 0,3$, то величина накладных расходов равна 352 руб.

Суммарные затраты на внедрение составят:

$$Z_{\text{ВПР}} = 2481 + 0 + 48174 + 3000 + 900 + 352 + 0 + 352 = 55259 \text{ руб.}$$

4.3 Расчет эксплуатационных текущих затрат по программе для микроконтроллера

Годовые затраты на обработку результатов до внедрения разработанной программы для микроконтроллера рассчитываются по формуле:

$$C_1 = ЗП_1 + ОТ_{\text{ВН1}} + З_{\text{ЭВМ1}} + M_{\text{з1}} + НР_1, \quad 10)$$

где $ЗП_1$ – затраты на оплату труда сотрудника на выполнение функций до внедрения проектного решения,

$ОТ_{\text{ВН1}}$ – страховой взнос во внебюджетные фонды,

$З_{\text{ЭВМ1}}$ – затраты, связанные с эксплуатацией ЭВМ,

$M_{\text{з1}}$ – годовые материальные затраты на сопровождение программы для микроконтроллера составляют 1500 руб.,

$НР_1$ – накладные расходы.

Временные затраты работы сотрудника в месяцах рассчитываются по формуле:

$$T_{1\text{мес}} = \frac{T_{1\text{час}}}{\text{Ч}_{\text{рд}} \cdot \text{Ч}_{\text{рч}}}, \quad 11)$$

где $T_{1\text{мес}}$, $T_{1\text{час}}$ – время, затрачиваемое сотрудником на обработку результатов, в месяцах и часах соответственно ($T_{1\text{час}} = 564$ часов),

$\text{Ч}_{\text{рд}}$ – число рабочих дней в месяц,

$\text{Ч}_{\text{рч}}$ – число рабочих часов в день.

$$T_{1\text{мес}} = \frac{564}{22 \cdot 8} = 3,2 \text{ мес.}$$

Тогда затраты на оплату труда сотрудника составят:

$$ЗП_1 = O_c \cdot T_{1\text{мес}} \cdot (1 + k_{\text{д}}) \cdot (1 + k_{\text{у}}), \quad 12)$$

где O_c – оклад сотрудника (оклад составляет 15000 руб.),

$$ЗП_1 = 15000 \cdot 3,2 \cdot (1 + 0,2) \cdot (1 + 0,15) = 66240 \text{ руб.}$$

Страховой взнос до внедрения вычисляют по формуле:

$$OT_{BH1} = 3П_1 \cdot 0,3, \quad 13)$$

$$OT_{BH1} = 66240 \cdot 0,3 = 19872 \text{ руб.}$$

Рассчитываем затраты, связанные с эксплуатацией ЭВМ до внедрения по формуле:

$$З_{ЭВМ1} = T_{1\text{час}} \cdot C_{M-ч}, \quad 14)$$

$$З_{ЭВМ1} = 564 \cdot 10 = 5640 \text{ руб.}$$

Подставив соответствующие значения в формулу 10, получим:

$$C_1 = 66240 + 19872 + 5640 + 1500 = 93252 \text{ руб.}$$

Годовые затраты на эксплуатацию системы после внедрения программы для микроконтроллера рассчитываются аналогично по формуле:

$$C_2 = 3П_2 + OT_{BH2} + З_{ЭВМ2} + M_{з2} + НР_2, \quad 15)$$

где $3П_2$ – затраты на оплату труда сотрудника после внедрения,

OT_{BH2} – страховой взнос во внебюджетные фонды,

$З_{ЭВМ2}$ – затраты, связанные с эксплуатацией ЭВМ после внедрения,

$M_{з2}$ – материальные затраты, годовые материальные затраты на сопровождение программы для микроконтроллера составляют 2000 руб.,

$НР_2$ – накладные расходы.

Временные затраты работы сотрудника в месяцах:

$$T_{2\text{мес}} = \frac{T_{2\text{час}}}{Ч_{рд} \cdot Ч_{рч}}, \quad 16)$$

где $T_{2\text{мес}}$, $T_{2\text{час}}$ – время, затрачиваемое сотрудником на обработку результатов, в месяцах и часах соответственно ($T_{2\text{час}} = 300$ часов),

$Ч_{рд}$ – число рабочих дней в месяц,

$Ч_{рч}$ – число рабочих часов в день.

$$T_{2\text{мес}} = \frac{300}{22 \cdot 8} = 1,70 \text{ мес.}$$

Тогда затраты на оплату труда сотрудника:

$$ЗП_2 = O_c \cdot T_{2мес} \cdot (1 + k_d) \cdot (1 + k_y), \quad 17)$$

где O_c – оклад сотрудника (оклад составляет 15000 руб.)

$$ЗП_2 = 15000 \cdot 1,70 \cdot (1 + 0,2) \cdot (1 + 0,15) = 35190 \text{ руб.}$$

Страховой взнос после внедрения вычисляются по формуле:

$$OT_{ВН2} = ЗП_2 \cdot 0,3, \quad 18)$$

$$OT_{ВН2} = 35190 \cdot 0,3 = 10557 \text{ руб.}$$

Рассчитываем затраты, связанные с эксплуатацией ЭВМ после внедрения по формуле:

$$З_{ЭВМ2} = T_{2час} \cdot C_{М-ч}, \quad 19)$$

$$З_{ЭВМ2} = 300 \cdot 10 = 3000 \text{ руб.}$$

Подставив соответствующие значения в формулу, получим:

$$C_2 = 35190 + 10557 + 3000 + 2000 = 50747 \text{ руб.}$$

Таким образом, текущие затраты на содержание системы до внедрения разработанной программы для микроконтроллера составляют 93252 руб., после внедрения 50747 руб.

3.4 Расчет экономической целесообразности разработки и внедрения информационных технологий

Для разрабатываемого проекта расчет экономической эффективности производится исходя из следующих условий:

- годовые текущие затраты до внедрения автоматизированной системы, $C_1 = 93252$ руб.,
- годовые текущие затраты после внедрения системы, $C_2 = 50747$ руб.,
- горизонт расчета принимается исходя из срока использования разработки, $T = T_n = 2$ годам,
- шаг расчета равен одному году, $t = 1$ году,

– капитальные вложения равны затратам на создание системы, $K = 55259$ руб.,

– норма дисконта равна норме дохода на капитал, $E = 12\%$.

Ожидаемая условно-годовая экономия от внедрения системы рассчитывается по формуле:

$$\text{Э}_{\text{уг}} = C_1 - C_2 + \sum \text{Э}_i, \quad 20)$$

где $\text{Э}_{\text{уг}}$ – ожидаемая условно-годовая экономия, руб.,

C_1 – годовые текущие затраты до внедрения автоматизированной системы, руб.,

C_2 – годовые текущие затраты после внедрения системы, руб.,

$\sum \text{Э}_i$ – ожидаемый дополнительный эффект от различных факторов, руб.

Так как основным фактором, по которому производится расчет экономической эффективности от внедрения программы для микроконтроллера, является уменьшение времени обработки результатов тестирования и дополнительный эффект не учитывается, то $\sum \text{Э}_i = 0$.

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$\text{Э}_{\text{уг}} = 93252 - 50747 = 42505 \text{ руб.}$$

где $\text{Э}_{\text{уг}}$ – ожидаемая условно-годовая экономия, руб.

Величина ожидаемого годового экономического эффекта от внедрения ИС рассчитывается по формуле:

$$\text{Э}_г = \text{Э}_{\text{уг}} - K \cdot E_n, \quad 21)$$

где $\text{Э}_г$ – ожидаемый годовой экономический эффект, руб.,

$\text{Э}_{\text{уг}}$ – ожидаемая условно-годовая экономия, руб.,

K – капитальные вложения (равны затратам на создание ИС), руб.,

E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений.

Нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений определяется по формуле:

$$E_n = \frac{1}{T_n}, \quad 22)$$

где T_n – нормативный срок окупаемости капитальных вложений, лет.

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$\Delta_r = 42505 - 55259 \cdot 0,5 = 14875,5 \text{ руб.}$$

Расчетный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений составляет:

$$E_p = \frac{\Delta_{уг}}{K}, \quad 23)$$

где E_p – расчетный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений,

$\Delta_{уг}$ – ожидаемая условно-годовая экономия, руб.,

K – капитальные вложения на создание системы, руб.

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$E_p = \frac{42505}{55259} = 0,77$$

Расчетный срок окупаемости капитальных вложений составляет:

$$T_p = \frac{1}{E_p}, \quad 24)$$

где E_p – коэффициент экономической эффективности капитальных вложений.

Подставив вычисленные выше значения в формулу, получим:

$$T_p = \frac{1}{0,83} = 1,3 \text{ год.}$$

Срок окупаемости без дисконтирования 1,3 год.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) определяется как сумма текущих эффектов за весь расчетный период, приведенная к начальному шагу, или как превышение интегральных результатов над интегральными затратами.

Если в течение расчетного периода не происходит инфляционного изменения цен или расчет производится в базовых ценах, то величина ЧДД для постоянной нормы дисконта вычисляется по формуле:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T (P_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1 + E)^t} - K, \quad (25)$$

где P_t – ожидаемые результаты от внедрения предложенной ИС, руб.,

Z_t – ожидаемые затраты (капитальные и текущие) на создание и эксплуатацию ИС, руб.,

$\Delta t = (P_t - Z_t)$ – эффект, достигаемый на t -м шаге расчета,

K – капитальные вложения,

t – номер шага расчета ($t = 1, 2$),

T – горизонт расчета,

E – постоянная норма дисконта, 12%.

$\Delta t = (P_t - Z_t) = \Delta \text{уг} = 77605$ руб. В том случае, если текущие затраты (Z_t) на весь срок использования разработки равны 0.

$t = 1, 2$ год, т.к. предполагается, что результат от внедрения предложенной ИС будет с текущего года внедрения ИС.

Если ЧДД инвестиционного проекта положителен, то проект является эффективным (при данной норме дисконта).

Тогда суммарный чистый дисконтированный доход за весь горизонт расчета равен:

$$\begin{aligned} \text{ЧДД} &= \Delta_1 \cdot \frac{1}{(1 + E)} + \Delta_2 \cdot \frac{1}{(1 + E)^2}, \\ \text{ЧДД} &= \frac{42505}{(1 + 0,12)} + \frac{42505}{(1 + 0,12)^2} - 55259 = 16577 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (26)$$

Положительное значение чистого дисконтированного дохода, $\text{ЧДД} > 0$, свидетельствует о том, что инвестирование целесообразно и данная ИС может приносить прибыль в установленном объеме.

Индекс доходности (ИД) представляет собой отношение суммы приведенных эффектов к величине капитальных вложений и определяется по формуле:

$$\text{ИД} = \frac{1}{K} \sum_{t=1}^T (P_t - Z_t) \cdot \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (27)$$

где K – величина капиталовложений или стоимость инвестиций.

$$\text{ИД} = \frac{71836}{55259} = 1,3$$

Инвестиции считаются эффективными, если индекс доходности выше единицы, $\text{ИД} > 1$, следовательно, инвестиции в данную ИС, эффективны.

Внутренняя норма доходности (ВНД):

при $E_1 \rightarrow \text{ЧДД}_1 > 0$

$E_2 \rightarrow \text{ЧДД}_2 < 0$

$$\text{ВНД} = E_1 + \frac{\text{ЧДД}_1}{\text{ЧДД}_1 - \text{ЧДД}_2} \cdot (E_2 - E_1), \quad (28)$$

при $E_1 \rightarrow \text{ЧДД}_1 > 0$

$E_2 \rightarrow \text{ЧДД}_2 > 0$

$$\text{ВНД} = E_1 + \frac{\text{ЧДД}_1}{\text{ЧДД}_1 + \text{ЧДД}_2} \cdot (E_2 - E_1) \quad (29)$$

$E_1 = 0,11$

$$\text{ЧДД}_1 = \frac{42505}{(1 + 0,11)} + \frac{42505}{(1 + 0,11)^2} - 55259 = 17532 \text{ руб.}$$

$E_1 = 0,13$

$$\text{ЧДД}_2 = \frac{42505}{(1 + 0,13)} + \frac{42505}{(1 + 0,13)^2} - 55259 = 15644 \text{ руб.}$$

$E_1 \rightarrow \text{ЧДД}_1 > 0$

$E_2 \rightarrow \text{ЧДД}_2 > 0$

$$\text{ВНД} = 0,10 + \frac{17532}{17532 + 15644} \cdot (0,13 - 0,10) = 0,12.$$

Таким образом, норма дисконта должна быть в пределах 10% – 13%.

Показатели экономической целесообразности разработки и внедрения программы для микроконтроллера сведены в таблицу 8.

Таблица 8 – Показатели экономической целесообразности разработки и внедрения программы для микроконтроллера

Наименование показателя	Значения
Затраты на разработку и внедрение ПП, руб.	55259
Ожидаемая экономия от внедрения ПП, руб.	42505
Чистый дисконтированный доход, руб.	16577
Индекс доходности	1,4
Внутренняя норма доходности	0,12
Дисконтированный срок окупаемости, лет	1,6
Срок морального старения, года	2

Произведенные расчеты свидетельствуют, что внедрение, разработанной в ВКР программы для микроконтроллера, позволит сократить временные затраты на обработку результатов тестирования, что приведет к сокращению годовых текущих затрат на 42505 рублей

Опираясь на оценку экономической эффективности можно сделать вывод о том, что разработка и внедрение предлагаемой программы для микроконтроллера является экономически обоснованной и целесообразной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогу выполнения Выпускной Квалификационной работы были успешно завершены поставленные задачи:

- Приобретены необходимые детали, включая микроконтроллер. Были куплены такие компоненты как: аккумулятор Bluetooth-модуль дисплей.
- Создана схема печатной платы для наглядного расположения всех элементов. Были разработаны функциональная и структурная схемы.
- Собрано содержимое в единое устройство, именуемое как – умные часы. Сборка была осуществлена с помощью правильной укомплектованности и дальнейшему помещению часов в корпус.
- Соединены посредством проводов все комплектующие. Для этого во время выполнения работы следовало применить навыки паяния.
- Написан программный код и мобильное приложение в среде разработки. Для этого были использованы программы – Arduino IDE и MIT App Inventor.
- Синхронизирован смартфон и умные часы между собой для отображения актуальных данных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Самый лучший: рейтинги товаров и услуг (samyiluchshiy.ru) [Электронный ресурс] URL: <https://samyiluchshiy.ru/>
2. Время электроники - Новостной и аналитический портал (russianelectronics.ru) [Электронный ресурс] URL: <https://russianelectronics.ru/>
3. Всё об умных часах (ixbt.com) [Электронный ресурс] URL: <https://www.ixbt.com/mobile/smartwatches-2016-faq.shtml>
4. Самый умный: зачем нужны смарт-часы | Смарт-часы и фитнес-браслеты | Блог | Клуб DNS (dns-shop.ru) [Электронный ресурс] URL: <https://club.dns-shop.ru/blog/t-80-smart-chasyi-i-fitness-brasletyi/22267-samyii-umnyii-zachem-nujnyi-smart-chasyi/>
5. Кто есть кто: Умные часы / Хабр (habr.com) [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/company/madrobots/blog/209944/>
6. Зачем нужны смарт-часы: описание возможностей и функций умных часов, преимущества перед телефоном – Москва и Московская область (tele2.ru) [Электронный ресурс] URL: <https://msk.tele2.ru/journal/article/what-is-smart-watch-and-why-you-need-it?ysclid=10j1nifyux>
7. На что следует обращать внимание при выборе умных часов? (my-smartwatch.com) [Электронный ресурс] URL: <https://my-smartwatch.com/stati/kak-vybrat-umnye-chasy.html>
8. Умные часы что это и зачем нужны: просто о сложном (onewatch.by) [Электронный ресурс] URL: <https://onewatch.by/umnye-chasy-chto-eto-i-zachem-nuzhny/>
9. Wear-gadget. Мир носимых технологий - Статьи [Электронный ресурс] URL: <https://wear-gadget.ru/articles?>
10. Как выбрать смарт-часы: ключевые характеристики и обзор моделей (halvacard.ru) [Электронный ресурс] URL: <https://media.halvacard.ru/smart-shopping/kak-vybrat-smart-chasy/>

11. Как выбрать смарт-часы: как они работают и зачем вообще нужны (vsvoemdome.ru) [Электронный ресурс] URL: <https://vsvoemdome.ru/dom/tovary/kak-vybrat-smart-chasy?>
12. Лучшие смарт-часы 2021 и как их правильно выбирать - AndroidInsider.ru [Электронный ресурс] URL: <https://androidinsider.ru/gadzhety/luchshie-smart-chasy-2021-i-kak-ih-pravilno-vybirat.html?ysclid=10j28gqz62>
13. Как выбрать умные часы: какие смарт-часы лучше купить (eldorado.ru) [Электронный ресурс] URL: <https://blog.eldorado.ru/publications/kak-vybrat-umnye-chasy-pomozhem-vybrat-3984>
14. Что такое умные часы и зачем они нужны? (setphone.ru) [Электронный ресурс] URL: <https://setphone.ru/stati/chtotakoe-umnye-chasy-i-zachem-oni-nuzhny/>
15. Выбираем смарт-часы: на что обратить внимание?. Статьи, тесты, обзоры (cnews.ru) [Электронный ресурс] URL: <https://zoom.cnews.ru/publication/item/63160?>
16. Как выбрать смарт-часы: все о функциях, опциях и особенностях | ichip.ru [Электронный ресурс] URL: <https://ichip.ru/sovety/pokupka/kak-vybrat-smart-chasy-759002>
17. Смарт часы: виды, параметры, функции, отличие, модели (texnogu.ru) [Электронный ресурс] URL: <https://texnogu.ru/elektronika/gadzhety/chtotakoe-smart-chasy-vse-ob-smart-watch-chast-1-ya.html>
18. 9 полезных советов, как правильно выбрать смарт-часы (mooyo.ua) [Электронный ресурс] URL: https://www.mooyo.ua/news/kak_pravilno_vybrat_umnye_chasy_9_poleznyh_sovetov.html

19. Умные часы, что это, как выбрать умные часы, критерии выбора (xiacom.ru) [Электронный ресурс] URL: <https://xiacom.ru/articles/kak-vybrat-umnye-chasy/>

20. Что такое смарт-часы, для чего они нужны и что умеют делать (smartchasy.com) [Электронный ресурс] URL: <https://smartchasy.com/smart-chasy/cto-takoe-smart-chasy-dlja-chego-oni-nuzhny-i-cto-umejut-delat/>

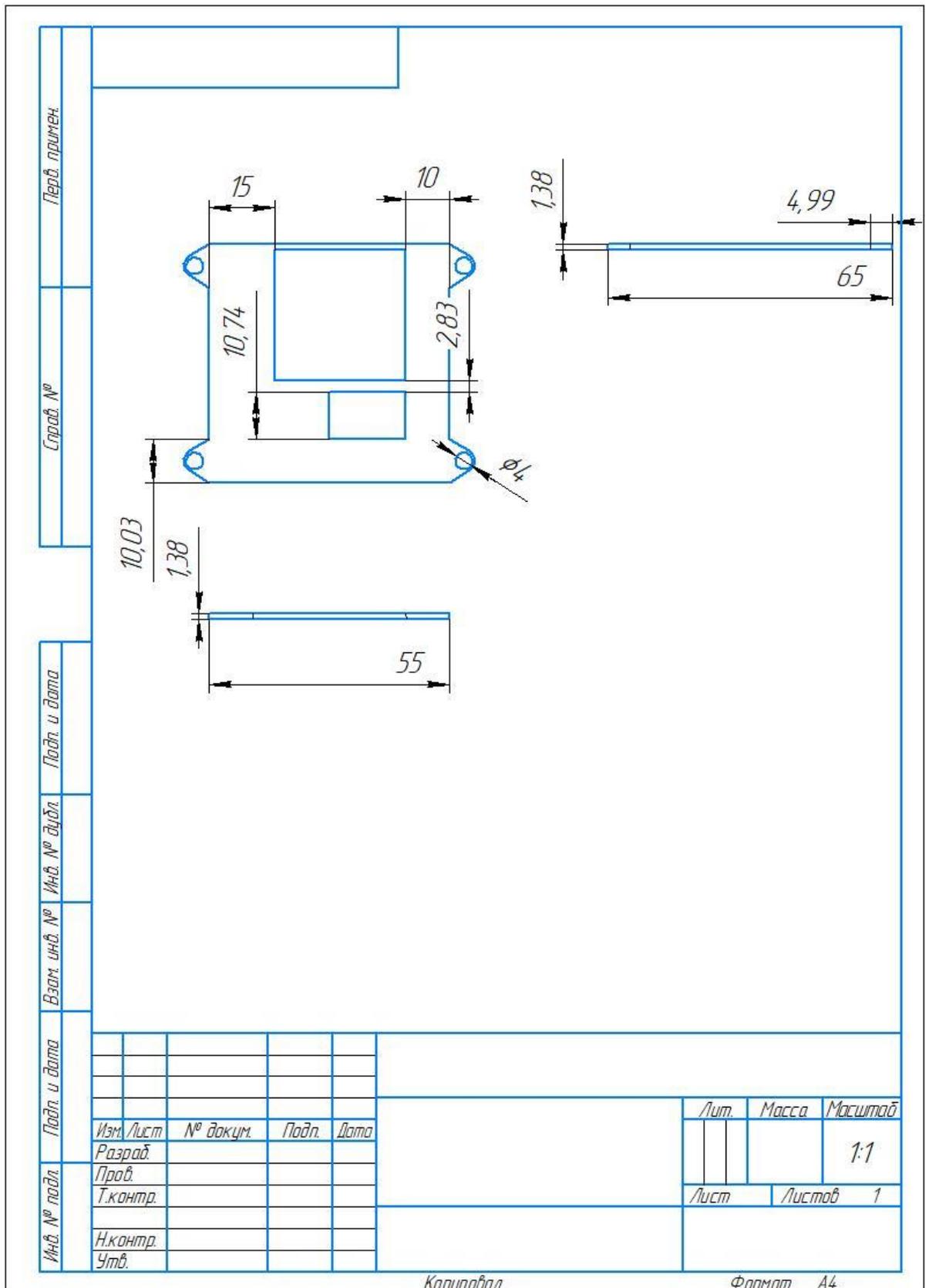


Рисунок 2 – Крышка для устройства

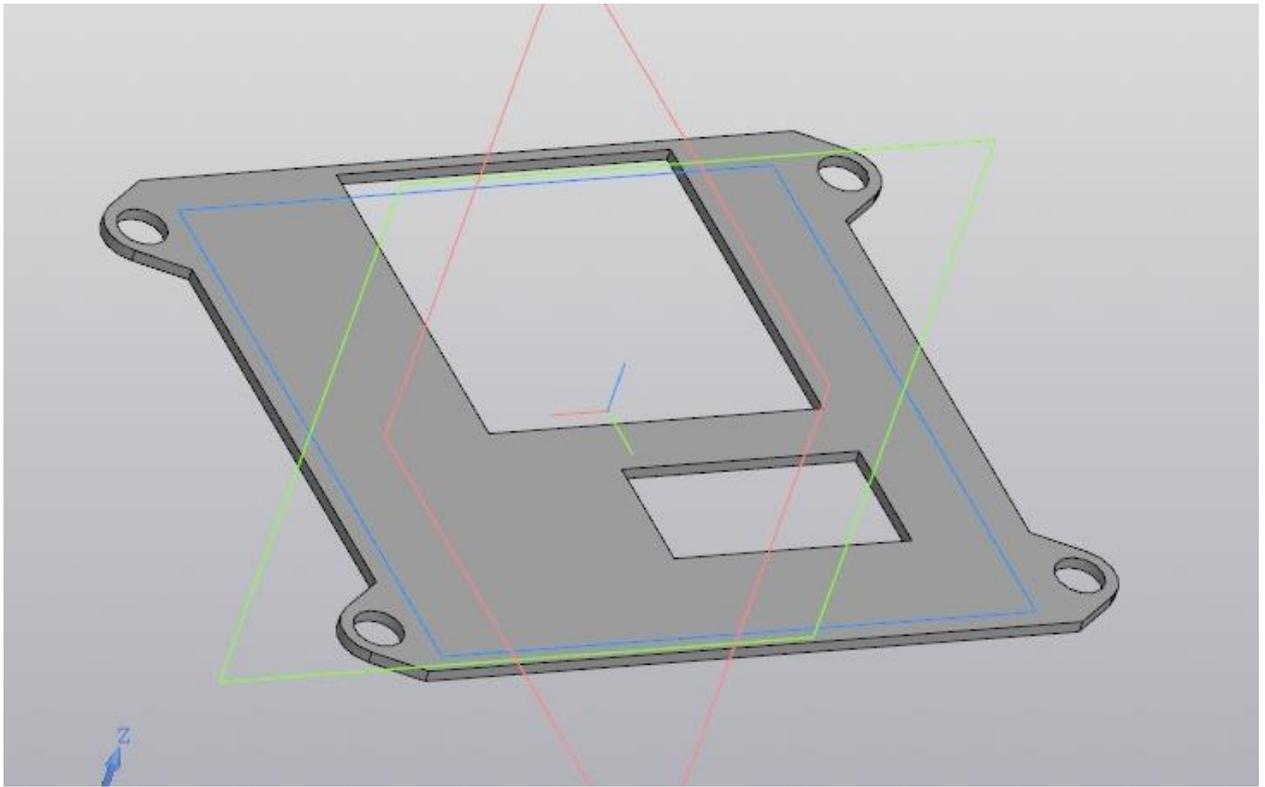


Рисунок 3 – Крышка для умных-часов в объемном формате

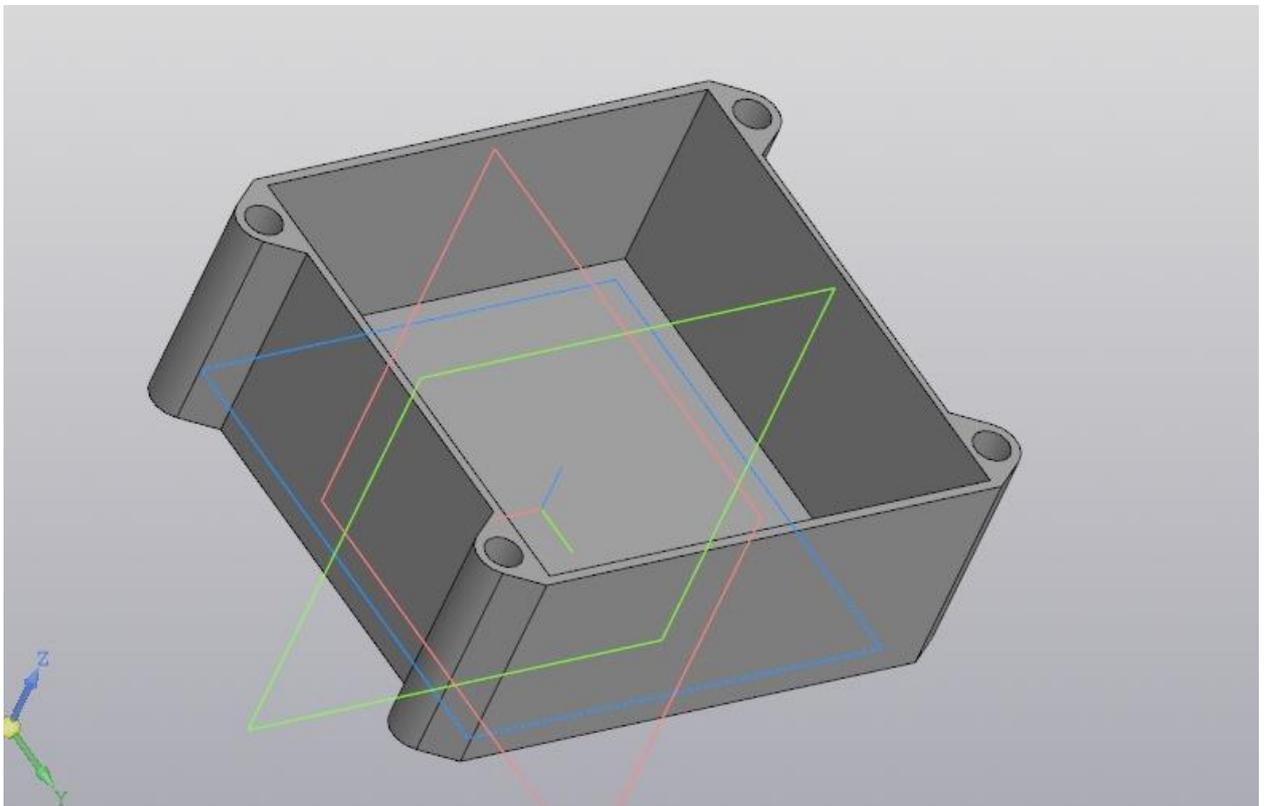


Рисунок 4 – Емкость для умных-часов в объемном формате

Приложение Б – Код управляющей программы

```

#include<SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial Serial1(10, 11);
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include "Adafruit_SSD1306.h"
#define OLED_RESET 4
Adafruit_SSD1306 display(OLED_RESET);
#define NUMFLAKES 10
#define XPOS 0
0   #define YPOS 1
    #define DELTAY 2
1   #define LOGO16_GLCD_HEIGHT 16
    #define LOGO16_GLCD_WIDTH 16
2   String str = "";
    byte h = 0;
3   byte m = 0;
    byte S = 0;
4   String dmy, time, network, battery, inNumber, s;
    byte centerX = 24;
5   byte centerY = 39;
    byte Radius = 24;
6   double RAD = 3.141592 / 180;
    double LR = 89.99;
7   void showTimeAnalog(int center_x, int center_y, double pl1, double pl2, double pl3)
    {
8     double x1, x2, y1, y2;
        x1 = center_x + (Radius * pl1) * cos((6 * pl3 + LR) * RAD);
9     y1 = center_y + (Radius * pl1) * sin((6 * pl3 + LR) * RAD);
        x2 = center_x + (Radius * pl2) * cos((6 * pl3 - LR) * RAD);
0     y2 = center_y + (Radius * pl2) * sin((6 * pl3 - LR) * RAD);
        display.drawLine((int)x1, (int)y1, (int)x2, (int)y2, WHITE);
1     }
    void digitalClock()
```

```
2      {
        display.setTextSize(1);
3      display.setTextColor(WHITE);
        display.setCursor(60, 20);
4      display.println(dmy);
        display.setTextSize(2);
5      display.setCursor(60, 30);
        display.println(time);
6      display.display();
        delay(2000);
7      }
    void Battery()
8      {
        display.clearDisplay();
9      display.setTextSize(2);
        display.setTextColor(WHITE);
0      display.setCursor(20, 0);
        display.print("Bat:");
1      display.print(battery);
        display.print("%");
2      display.drawRect(14, 20, 80, 40, WHITE);
        display.drawRect(94, 30, 10, 20, WHITE);
3      display.fillRect(14, 20, (int)(8 * (battery.toInt()) / 10), 40, WHITE);
        display.display();
4      delay(2000);
    }
    void Network()
5      {
6      display.clearDisplay();
        display.drawLine(5, 15, 25, 15, WHITE);
7      display.drawLine(5, 15, 14, 30, WHITE);
        display.drawLine(25, 15, 17, 30, WHITE);
8      display.fillRect(14, 15, 4, 40, WHITE);
        int net = network.toInt() / 20;
9      int x1 = 24, y1 = 50, x2 = 4, y2 = 5;
```

```

0      for (int i = 1; i <= net; i++)
1      {
2          display.fillRect(x1, y1, x2, y2, WHITE);
3          x1 += 10;
4          y1 -= 5;
5          y2 += 10;
6          y2 -= 5;
7      }
8      display.setTextSize(3);
9      display.setTextColor(WHITE);
10     display.setCursor(80, 34);
11     display.print(network);
12     display.setTextSize(1);
13     display.setCursor(117, 44);
14     display.println("%");
15     display.display();
16     delay(2000);
17 }
18 void setup()
19 {
20     Serial.begin(9600);
21     display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C); //инициализация дисплея для работы
22     по протоколу I2C с адресом 0x3D (for the 128x64)
23     display.clearDisplay();
24     Serial1.begin(9600);
25     Serial1.println("System Ready");
26 }
27 void loop(){
28     Serial1.println("1234");
29     delay(1000);
30     while (Serial1.available() > 0){
31         char ch = Serial1.read();
32         str += ch;
33         if (ch == '$'){
34             dmy = str.substring(str.indexOf("#") + 1, str.indexOf(" "));

```

```
7     time = str.substring(str.indexOf(" ") + 1, str.indexOf(",") - 3);
      network = str.substring(str.indexOf(",") + 1, str.indexOf(",,"));
8     battery = str.substring(str.indexOf(",,") + 2, str.indexOf(",,"));
      inNumber = str.substring(str.indexOf(",,") + 3, str.indexOf("$"));
9     s = time.substring(time.indexOf(" ") + 1, time.indexOf(" ") + 3);
      h = s.toInt();
0     s = time.substring(time.indexOf(" ") + 4, time.indexOf(" ") + 6);
      m = s.toInt();
1     s = time.substring(time.indexOf(" ") + 7, time.indexOf(" ") + 9);
      S = s.toInt();
2     str = "";}
    }
3     display.clearDisplay();
      display.drawCircle(centerX, centerY, Radius, WHITE);
4     showTimeAnalog(centerX, centerY, 0.1, 0.5, h * 5 + (int)(m * 5 / 60));
      showTimeAnalog(centerX, centerY, 0.1, 0.78, m);
5     // showTimePin(centerX, centerY, 0.1, 0.9, S);
      digitalClock();
6     Battery();
      Network();
7     }
```

5

6

7

8

9

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

00

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24