



Южно-Уральский
государственный
университет

Национальный
исследовательский
университет



Высшая
Школа
Электроники и
Компьютерных
Наук

Разработка прототипа системы связи Li-Fi для передачи данных между мобильными устройствами Android (передающая часть)

Автор работы:

студент КЭ - 222

Козлова А. В.

Руководитель работы:

к.т.н., доцент каф. ЭВМ

Кафтанников И. Л.

Содержание

- Актуальность
- Цели и задачи
- Обзор аналогов
- Требования к системе
- Структурная схема передающего модуля
- Архитектура системы
- Схема электрическая принципиальная
- Трассировка печатной платы приемопередатчика
- Алгоритмы
- Реализация
- Выводы

Актуальность

- Требуется расширение каналов частотных диапазонов для развития высокоскоростной коммуникации устройств
- Li-Fi – высокоскоростная двунаправленная система связи типа точка - окружающая среда в ограниченном пространстве
- Большая ширина полосы пропускания частот, благодаря использованию света видимого спектра
- Повышенная безопасность передаваемой информации
- Не создает помехи устройствам
- Дешевизна организаций сети Li-Fi



Цели и задачи

- Цель: разработка программно-аппаратного модуля для передачи данных, который является частью прототипа системы Li-Fi для обмена данными между устройствами Android
- Задачи:
 - провести обзор и анализ существующих решений
 - определить требования к системе
 - провести анализ способов реализации аппаратной и программной части системы Li-Fi для мобильных устройств Android
 - подобрать компоненты для аппаратной части
 - разработать архитектуру программно-аппаратного комплекса, схему электрическую принципиальную, выполнить трассировку печатной платы приемопередатчика,
 - разработать основные алгоритмы и представить их конечную реализацию
 - оценить работоспособность системы

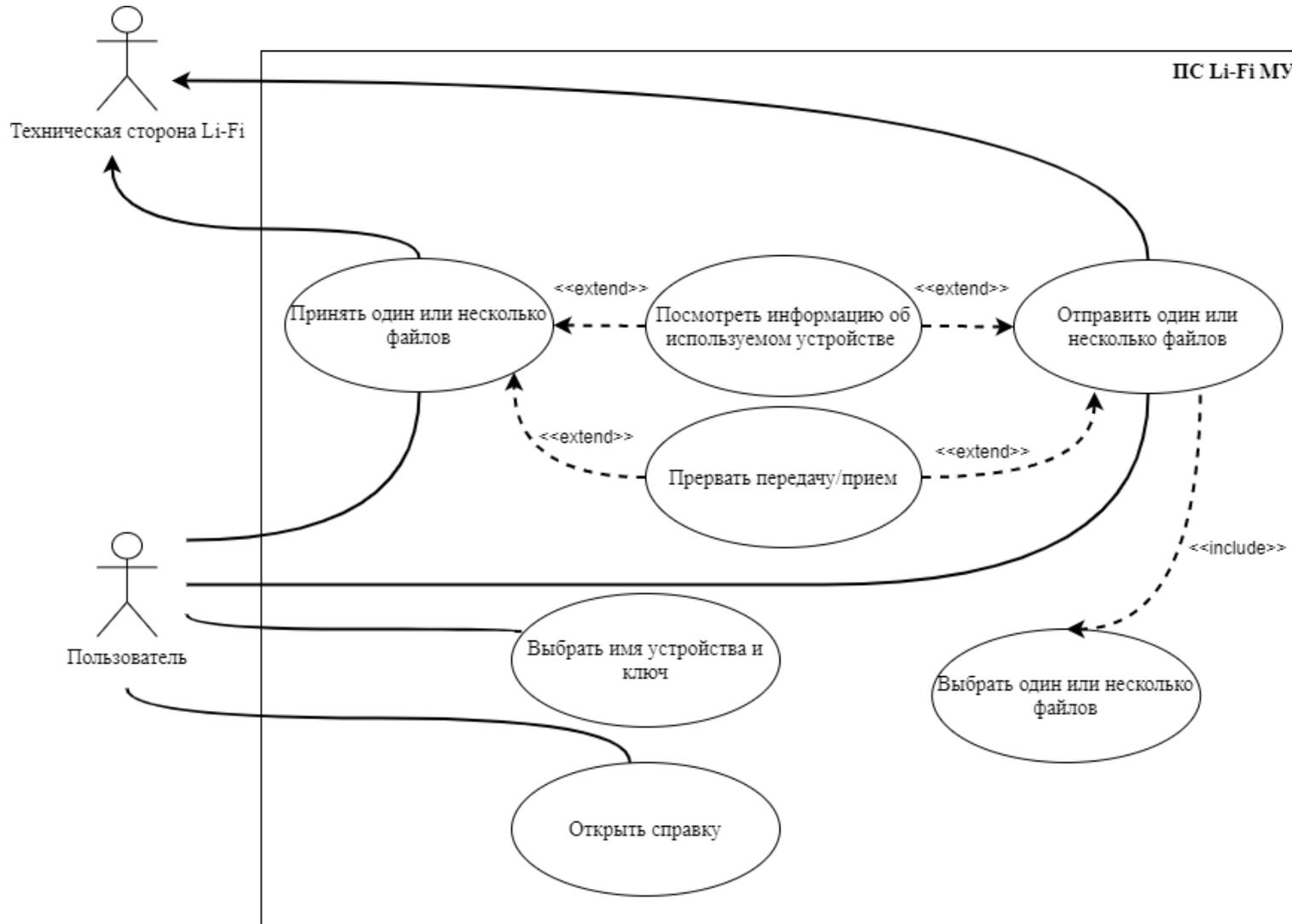
Обзор аналогов

Название решения	Достоинства	Недостатки
1. LiFiMAX от компании Oledcomm	<ul style="list-style-type: none">- до 16 пользователей,- поддержка основных ОС для ПК,- выход в Интернет,- компактный отдельный ключ-приемопередатчик,- USB-ключ типа А и С.	<ul style="list-style-type: none">- не поддерживается Android- устройствами,- низкая скорость для световой передачи – до 100 Мб/с,- высокая стоимость,- нет режима коммуникации между устройствами.
2. mesh-сеть на основе VLC от компании Velmenni	<ul style="list-style-type: none">- высокая эффективность, если много подключенных пользователей,- независимость от провайдера [22],- выход в Интернет,- компактный отдельный ключ-приемопередатчик,- режим коммуникации между устройствами.	<ul style="list-style-type: none">- эффективность достигается только при большом числе пользователей,- отсутствует в продаже,- USB-ключ типа А,- негарантированное качество связи и ширина канала,- первоначальный запуск mesh-сети сложен.
3. Разработка ИТМО	<ul style="list-style-type: none">- наличие компактных отдельных модемов-приемопередатчиков.- режим коммуникации между устройствами.	<ul style="list-style-type: none">- экспериментальная разработка,- не поддерживается мобильными устройствами,- низкая скорость для световой передачи – до 50 Мб/с,- USB-ключ типа А.

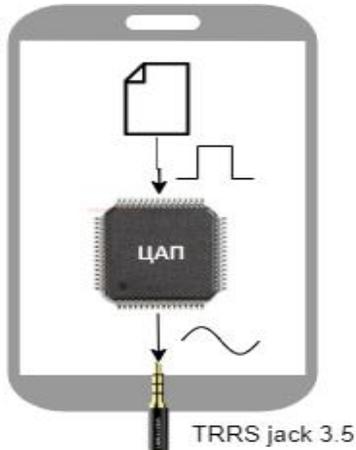
Обзор аналогов

Название решения	Достоинства	Недостатки
4. Gigabit LiFi от компании PureLiFi	<ul style="list-style-type: none">- встроенный приемопередатчик,- выход в Интернет,- средняя скорость для световой передачи- 1 Гб/с.	<ul style="list-style-type: none">- дополнительные затраты на интегрирование,- только разрабатывается для мобильных устройств,- нет режима коммуникации между устройствами.
5. Trulifi от компании Signify	<ul style="list-style-type: none">- доступ в Интернет,- режим коммуникации между устройствами,- самая большая площадь покрытия в мире,- компактный отдельный ключ-приемопередатчик.	<ul style="list-style-type: none">- низкая скорость для световой передачи до 250 Мб/с,- USB-ключ типа А,- не поддерживается мобильными устройствами.
6. LiFi от компании Lucibel	<ul style="list-style-type: none">- поддержка основных ОС для ПК,- выход в Интернет,- компактный отдельный ключ-приемопередатчик.	<ul style="list-style-type: none">- не поддерживается мобильными устройствами,- низкая скорость для световой передачи - 54 Мб/с,- USB-ключ типа А ,- нет режима коммуникации между устройствами.

Функциональные требования к системе

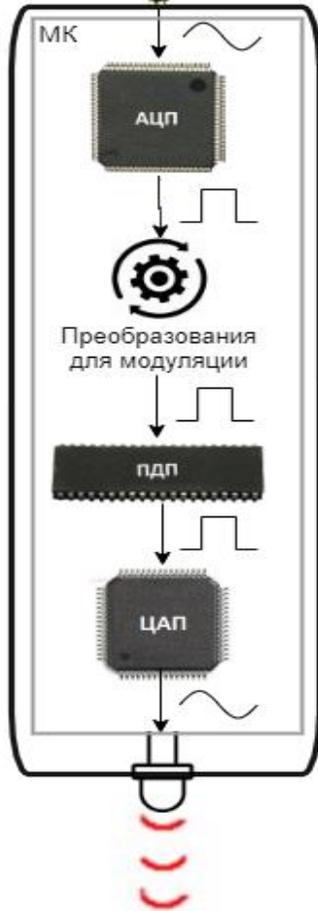


Мобильное устройство Android



TRRS jack 3.5

Передатчик



Технологическая цепочка передачи

- пользователь вставляет приемопередатчик в разъем jack 3.5
- нажимает кнопку «Режим передачи»
- на следующем экране нажимает кнопку «Включить передачу»
- нажимает кнопку «Выбрать файл(ы)»
- нажимает кнопку «Отправить»
- ключ безопасности и следом за ним посылки данных в зашифрованном виде отправляются на передающий модуль
- передающий модуль модулирует источником света ключ и посылки данных;

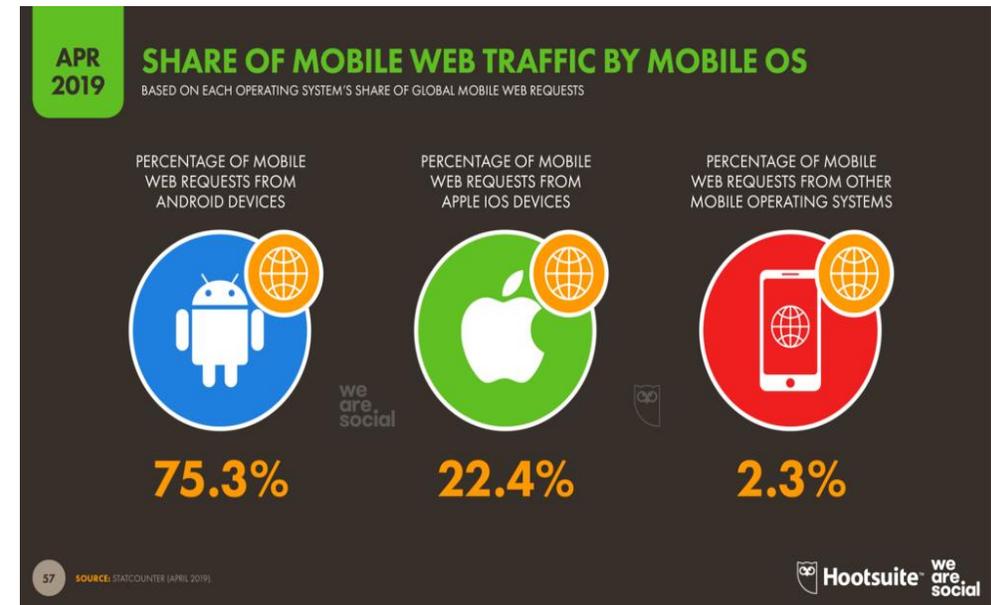
Нефункциональные требования к аппаратной части

- мерцание источника светового сигнала не должно быть заметно человеческому глазу
- передатчик образует с приемником единое устройство - приемопередатчик
- приемопередатчик должен быть оснащен высокопроизводительным и энергоэффективным микроконтроллером
- в учебных целях приемопередатчик должен использовать интерфейс TRRS jack 3.5 для общения с мобильным устройством, потому что jack 3.5 дешев и распространен
- приемопередатчик должен быть эргономичен
- приемопередатчик должен быть легким и компактным



Нефункциональные требования к программной части

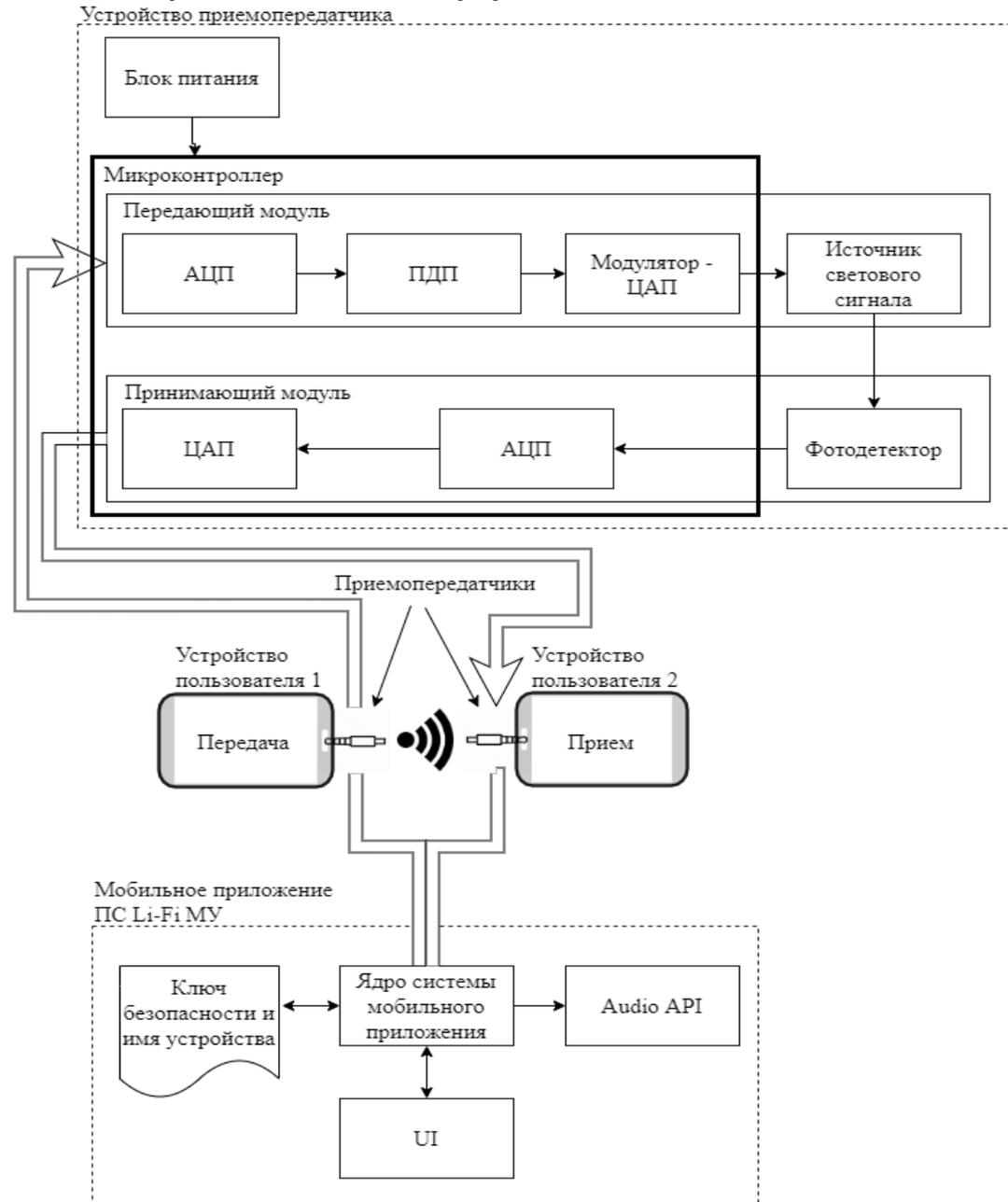
- поддержка устройств с ОС Android версии 6.0 и выше
- при коммуникации данные должны шифроваться
- устройства должны обмениваться данными только после ввода одинакового защитного ключа принимающей и передающей стороной
- пользовательский интерфейс мобильного приложения должен быть эргономичен



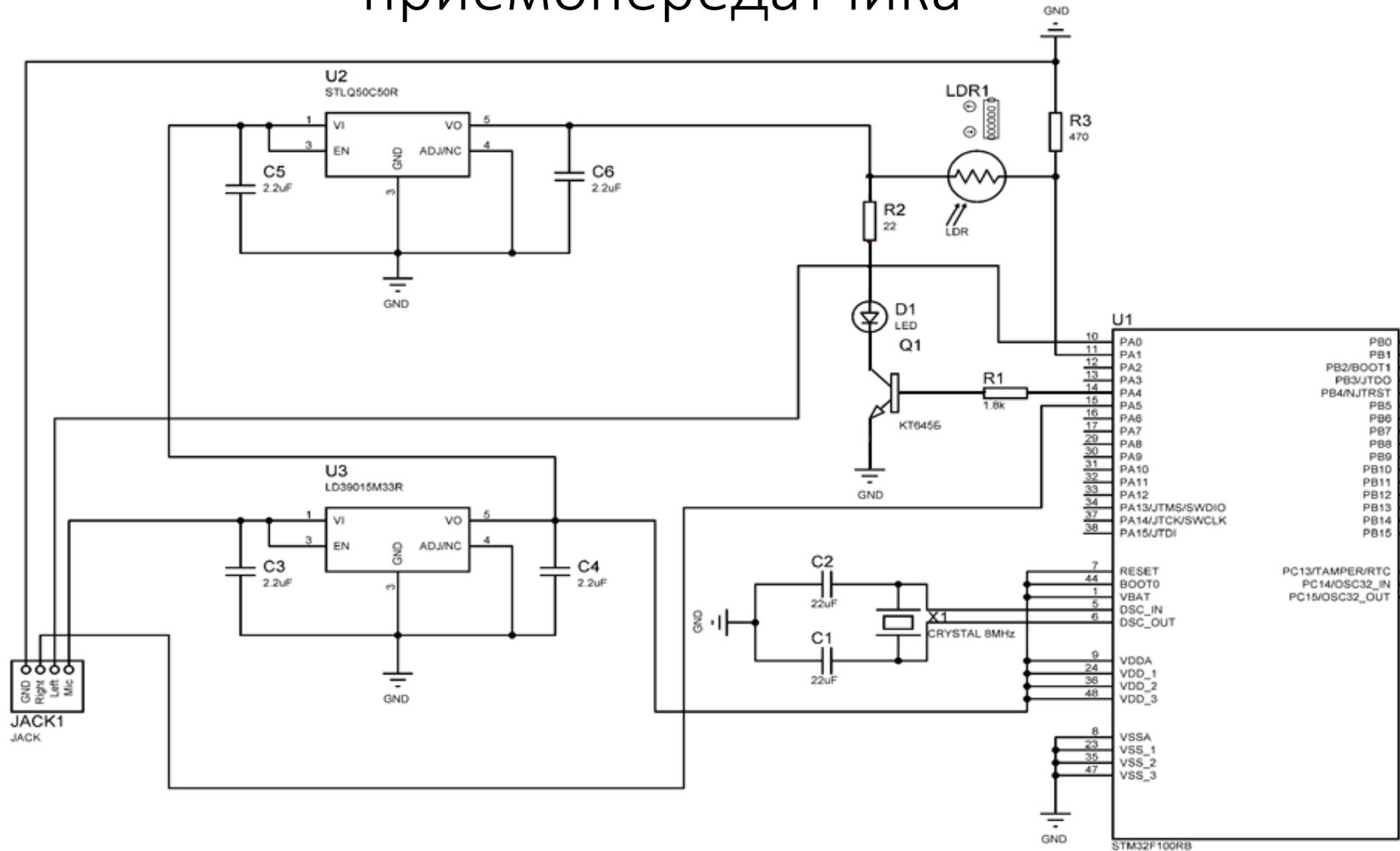
Структурная схема передающего модуля



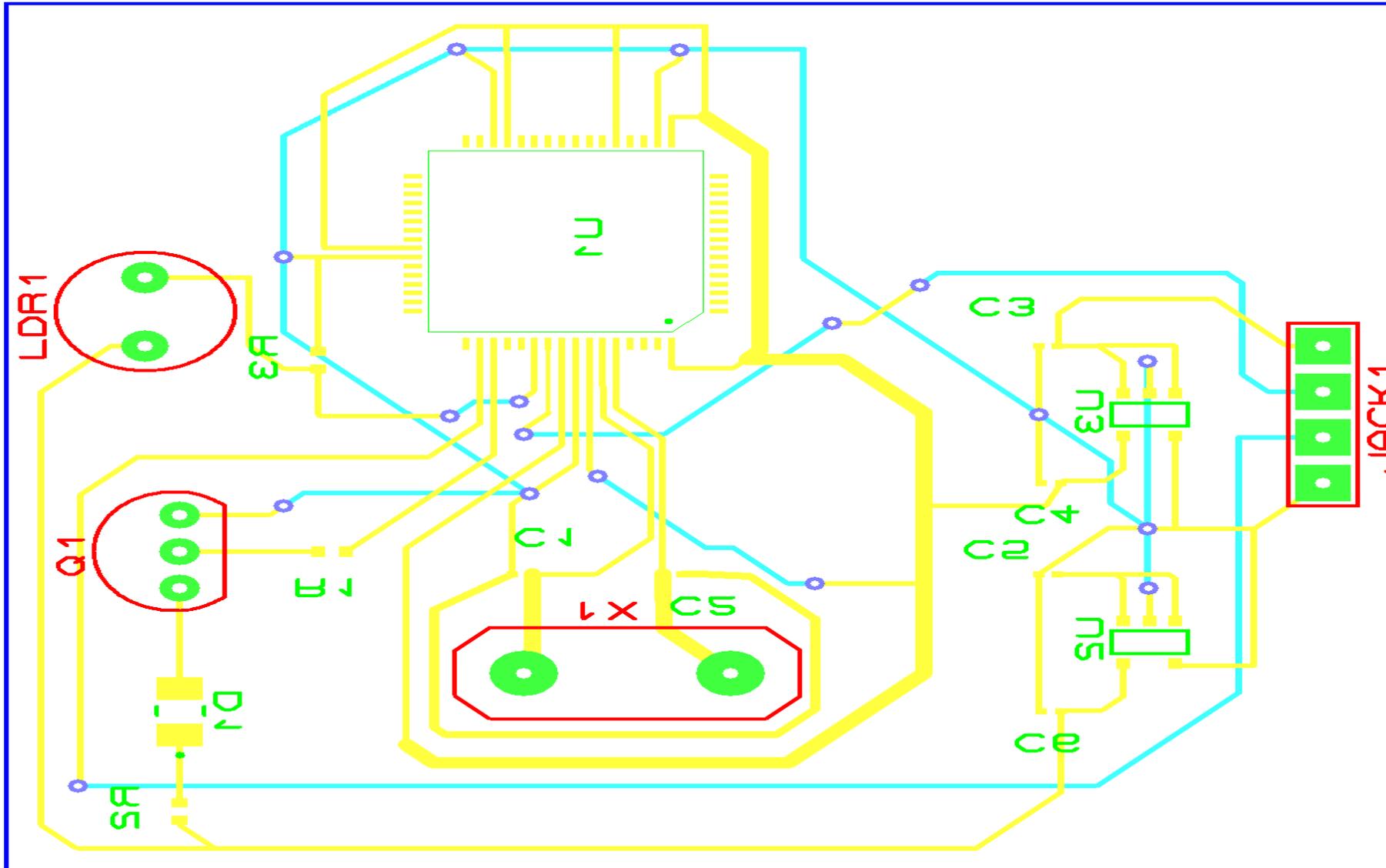
Архитектура системы



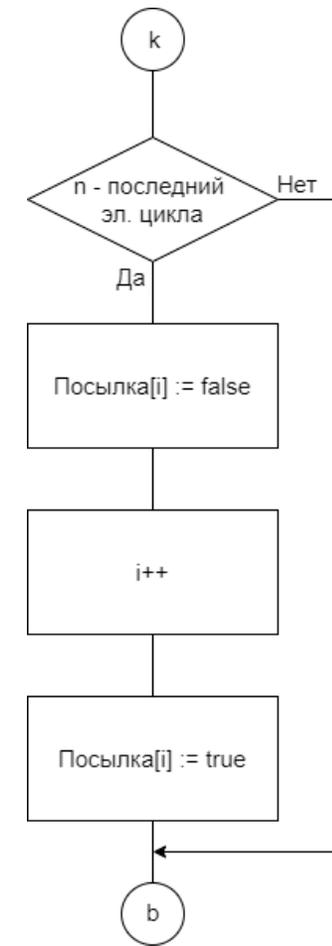
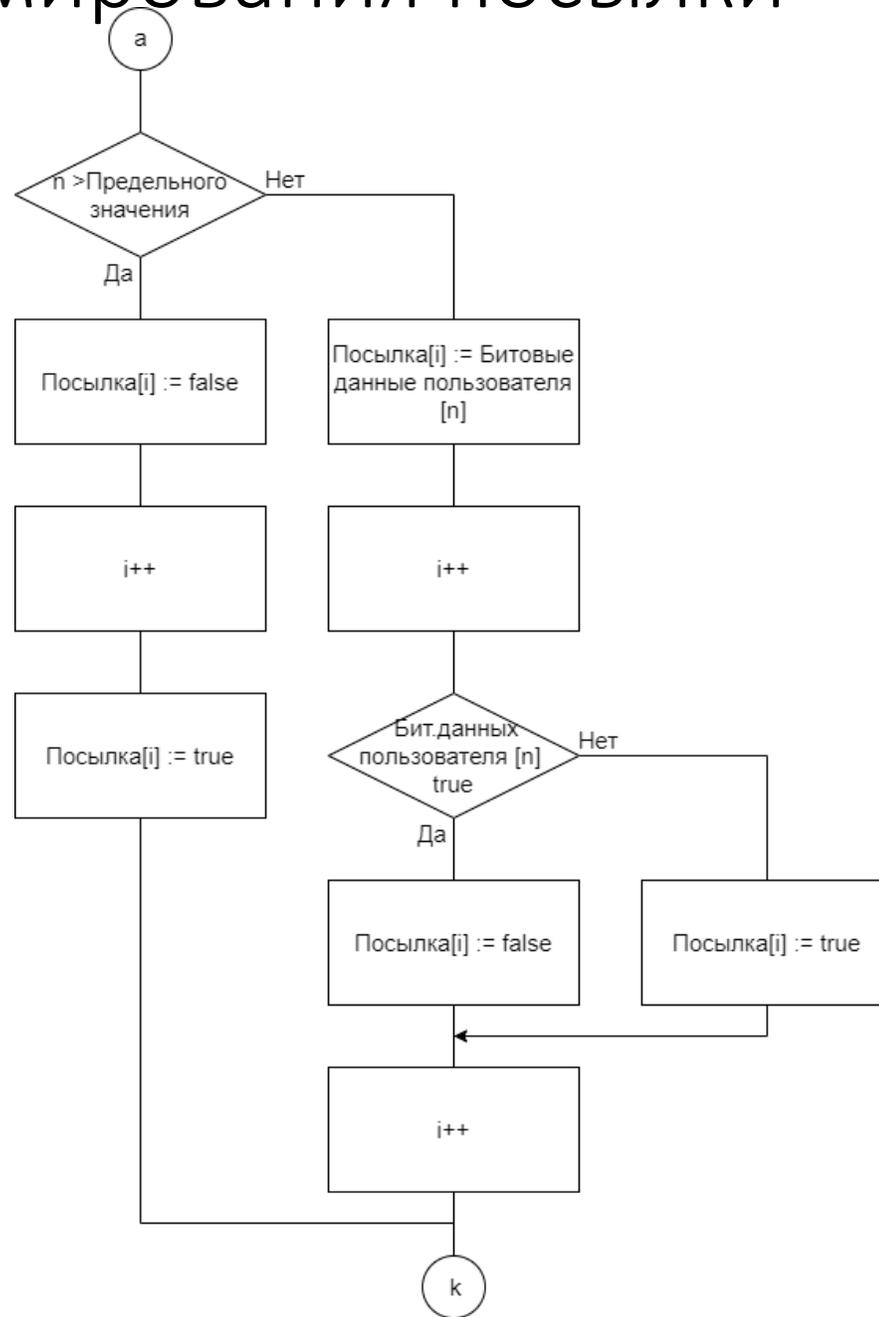
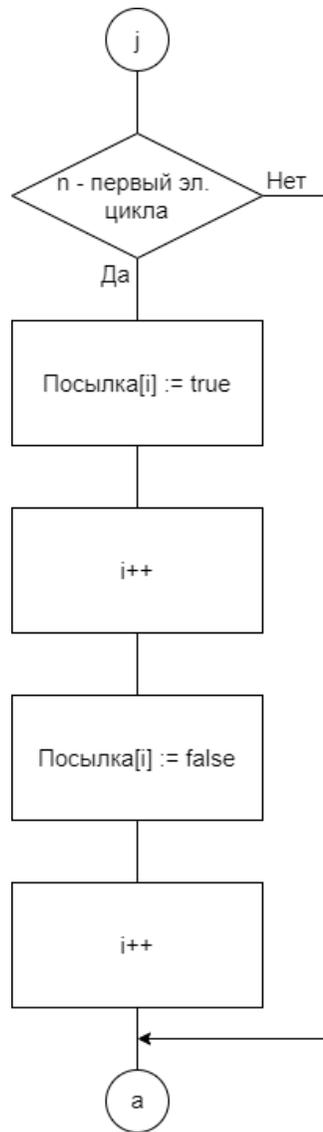
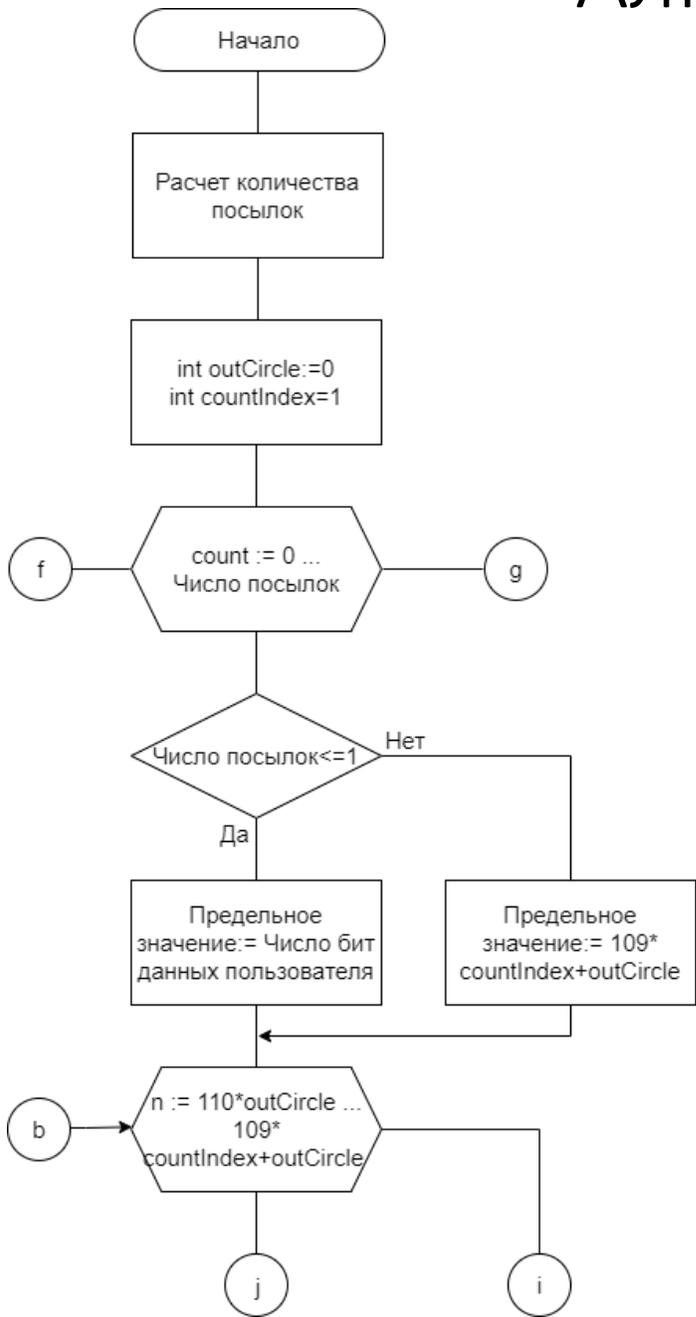
Электрическая принципиальная схема приемопередатчика



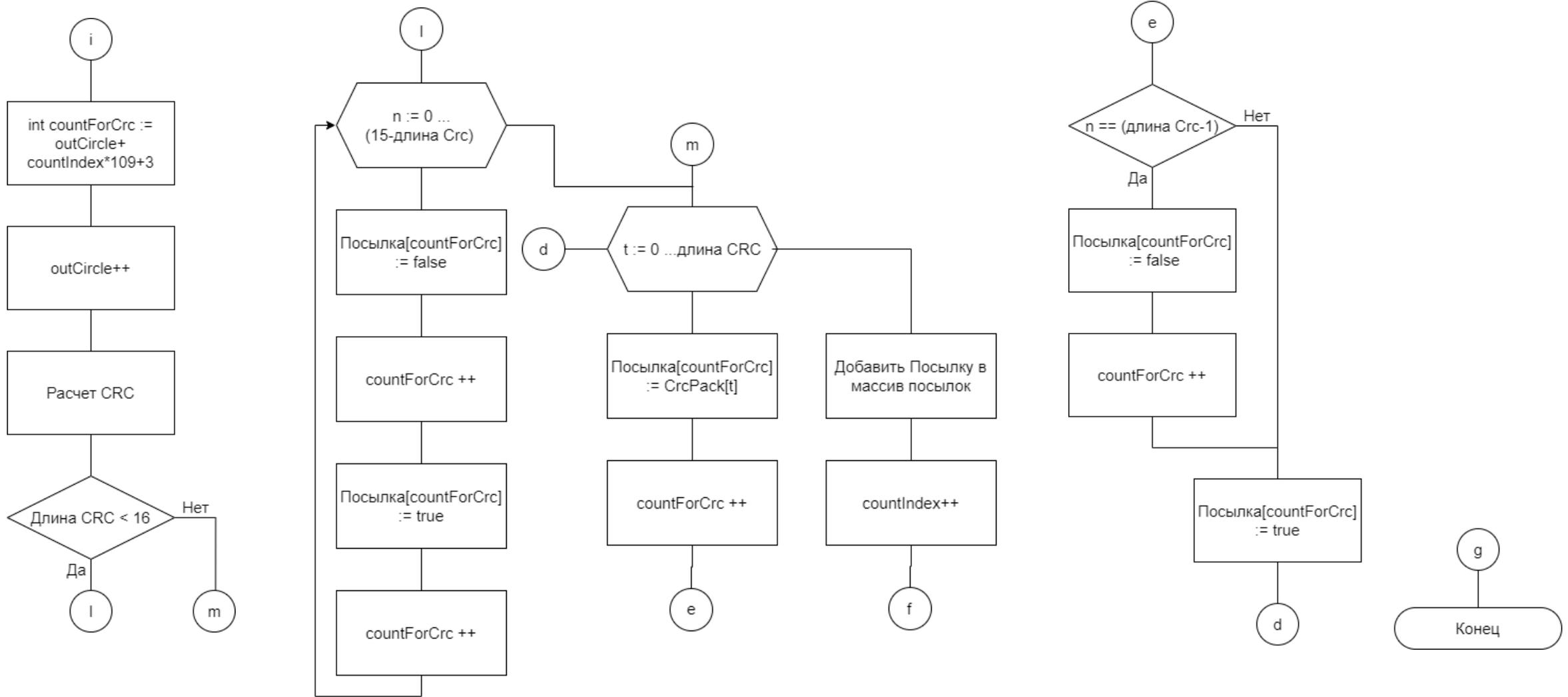
Трассировка печатной платы приемопередатчика



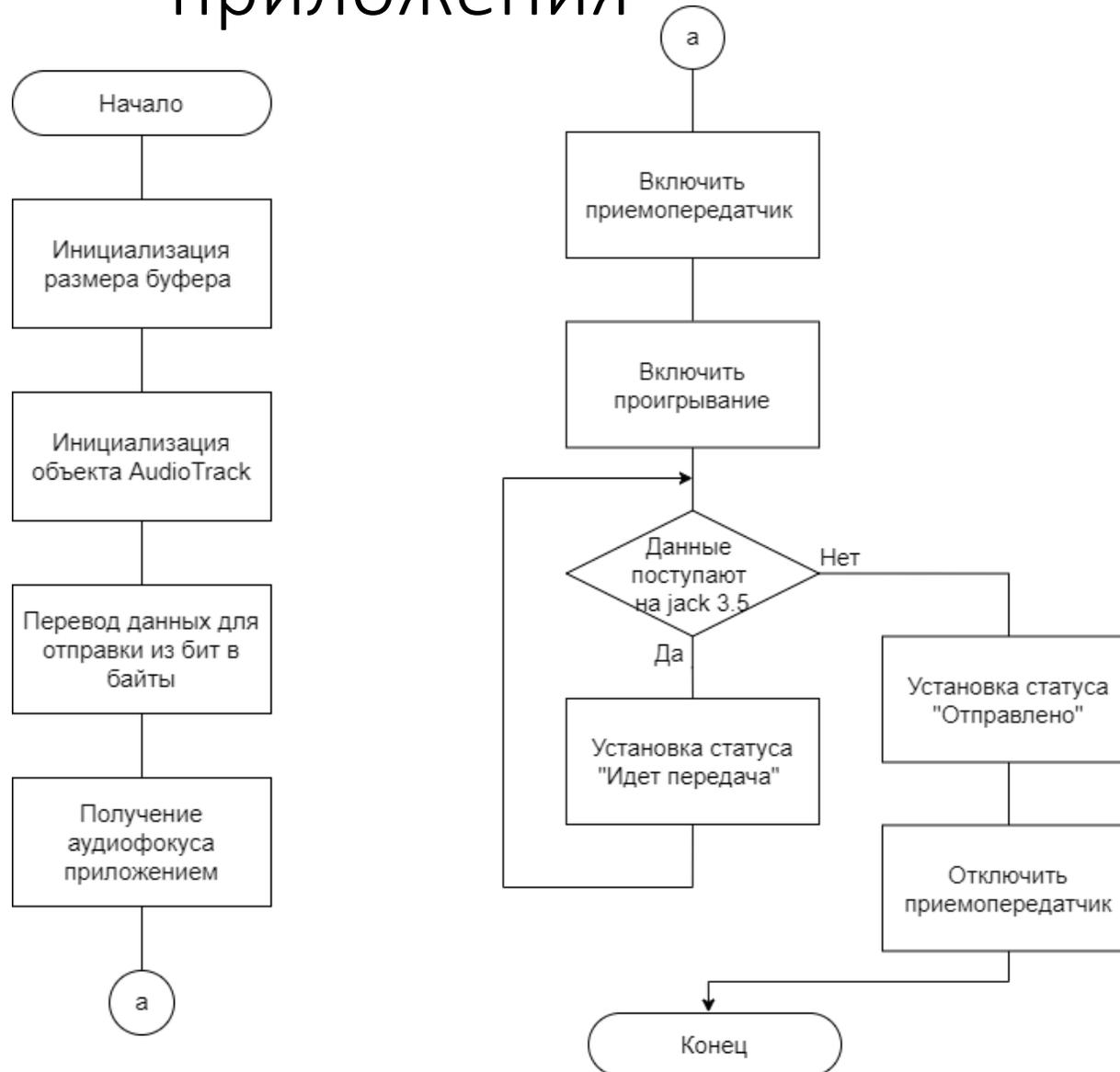
Алгоритм формирования посылки



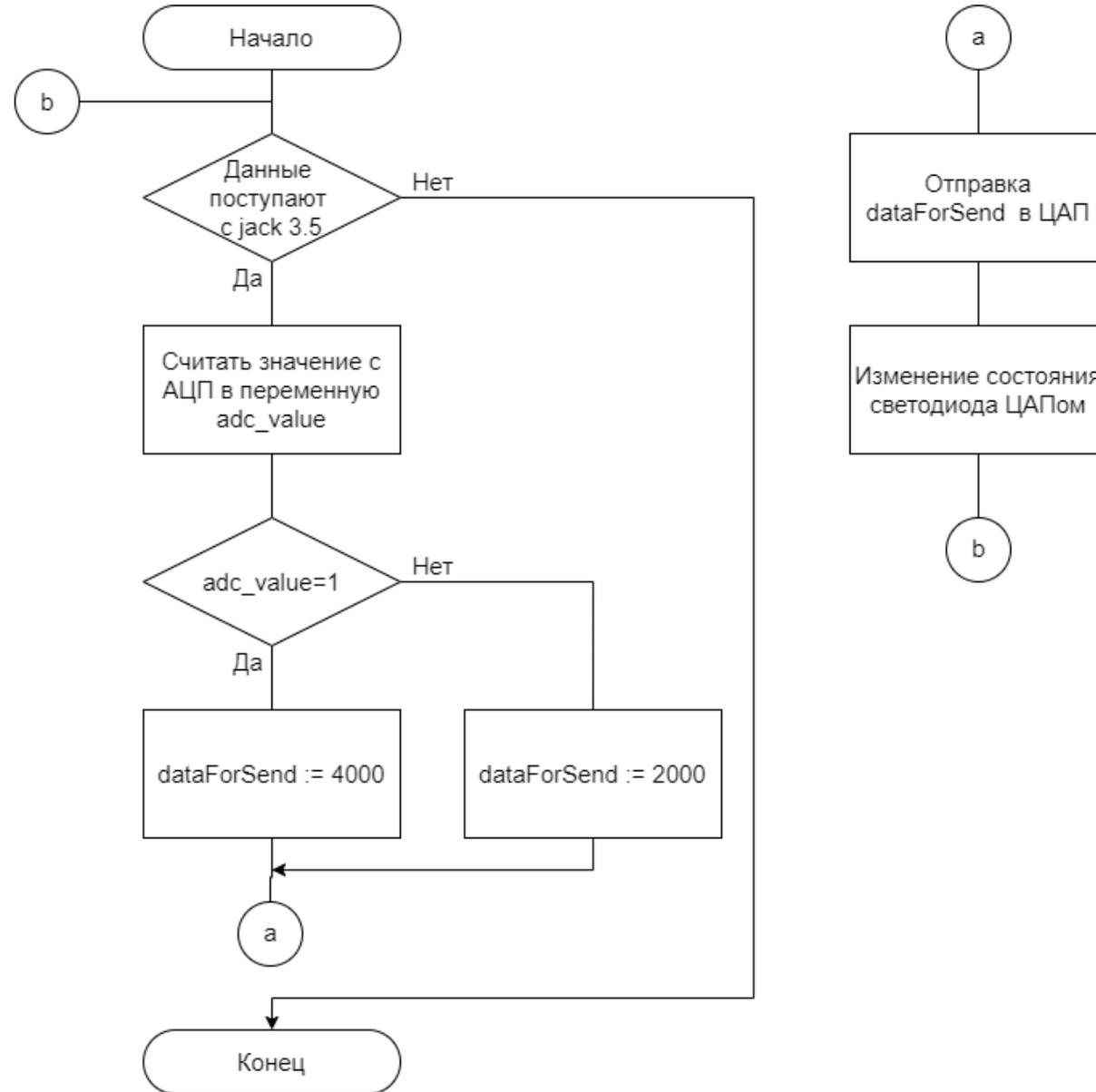
Алгоритм формирования посылки (продолжение)



Алгоритм отправки данных на стороне мобильного приложения



Алгоритм работы передатчика (аппаратная часть)



Интерфейс мобильного приложения

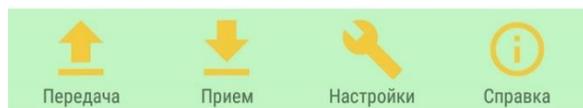
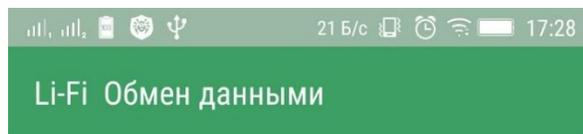


Рисунок 1 - Меню программы

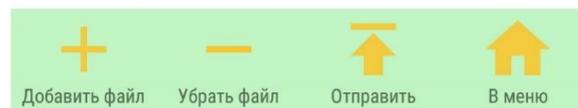
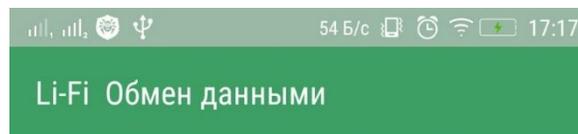


Рисунок 2 – Режим передачи

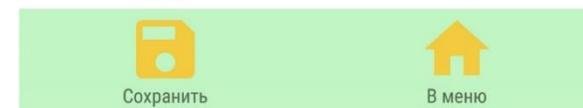
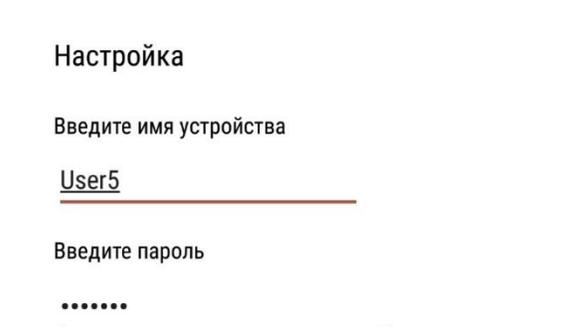
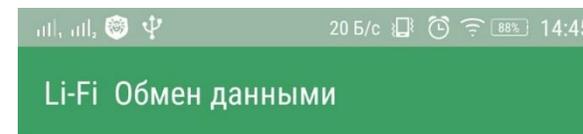


Рисунок 3 – Ввод данных

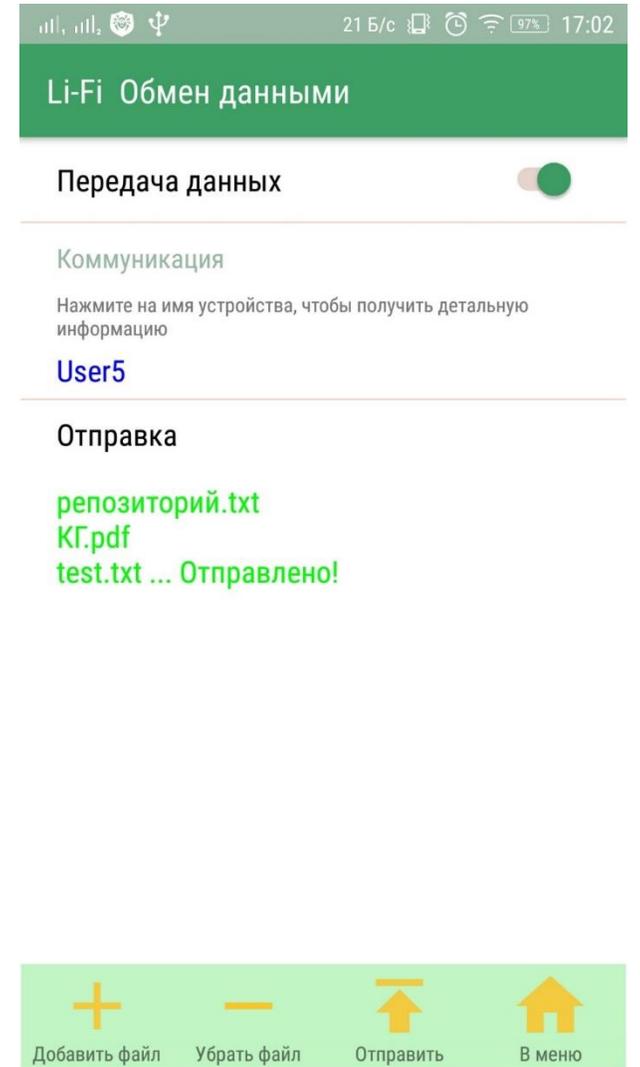
Реализация передачи для мобильного устройства

- Для доступа к jack 3.5 используется AudioTrack

```
var buffersize = AudioTrack.getMinBufferSize(
    8000, AudioFormat.CHANNEL_OUT_MONO,
    AudioFormat.ENCODING_PCM_16BIT)
```

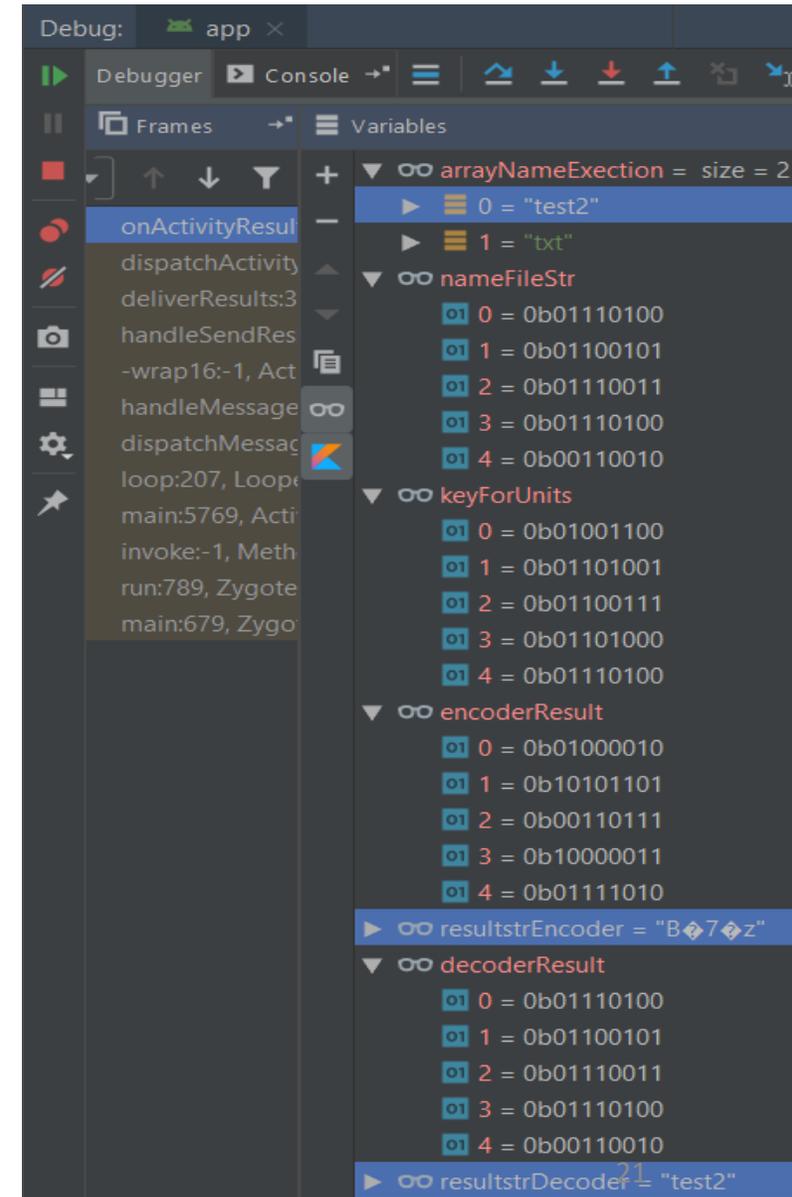
```
var trackplayer = AudioTrack(
    AudioAttributes.Builder().setUsage(USAGE_MEDIA)
    .setContentType(AudioAttributes.CONTENT_TYPE_UNKNOWN)
    .setLegacyStreamType(STREAM_MUSIC)
    .build(),
    AudioFormat.Builder().setEncoding(ENCODING_PCM_16BIT)
    .setChannelMask(CHANNEL_OUT_MONO)
    .setSampleRate(8000)
    .build(),
    buffersize,
    AudioTrack.MODE_STREAM,
    AUDIO_SESSION_ID_GENERATE)
```

- Метод проигрывания play()
- Метод записи в буфер write (audioData: ByteArray, offsetInBytes: Int, sizeInBytes: Int)



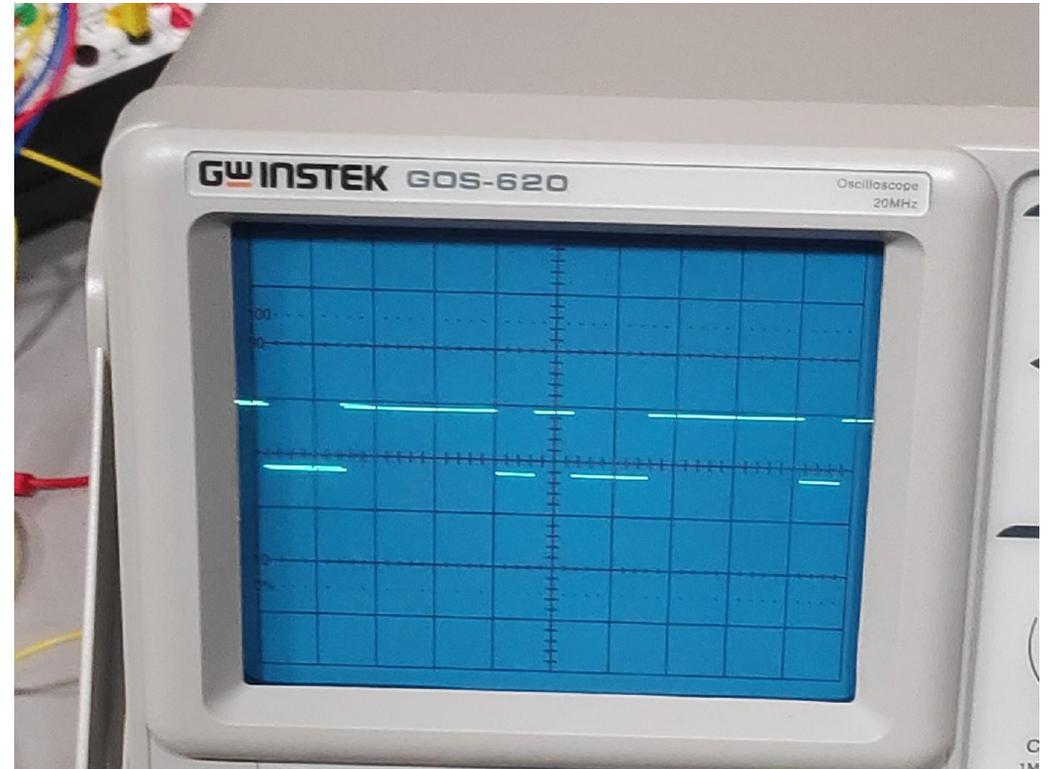
Реализация шифрования

- Создан класс:
 - class RC4 (key: ByteArray){
var Perestanovki= IntArray (256, {0})
var x: Int = 0
var y: Int = 0
init
{ InitParam(key) }
- Методы класса:
 - fun InitParam(key: ByteArray)
 - fun keyRandom(): Int
 - fun Encode(dataBinaryUsers: ByteArray, size: Int): ByteArray
 - fun Decode(dataBinaryUsers: ByteArray, size: Int): ByteArray



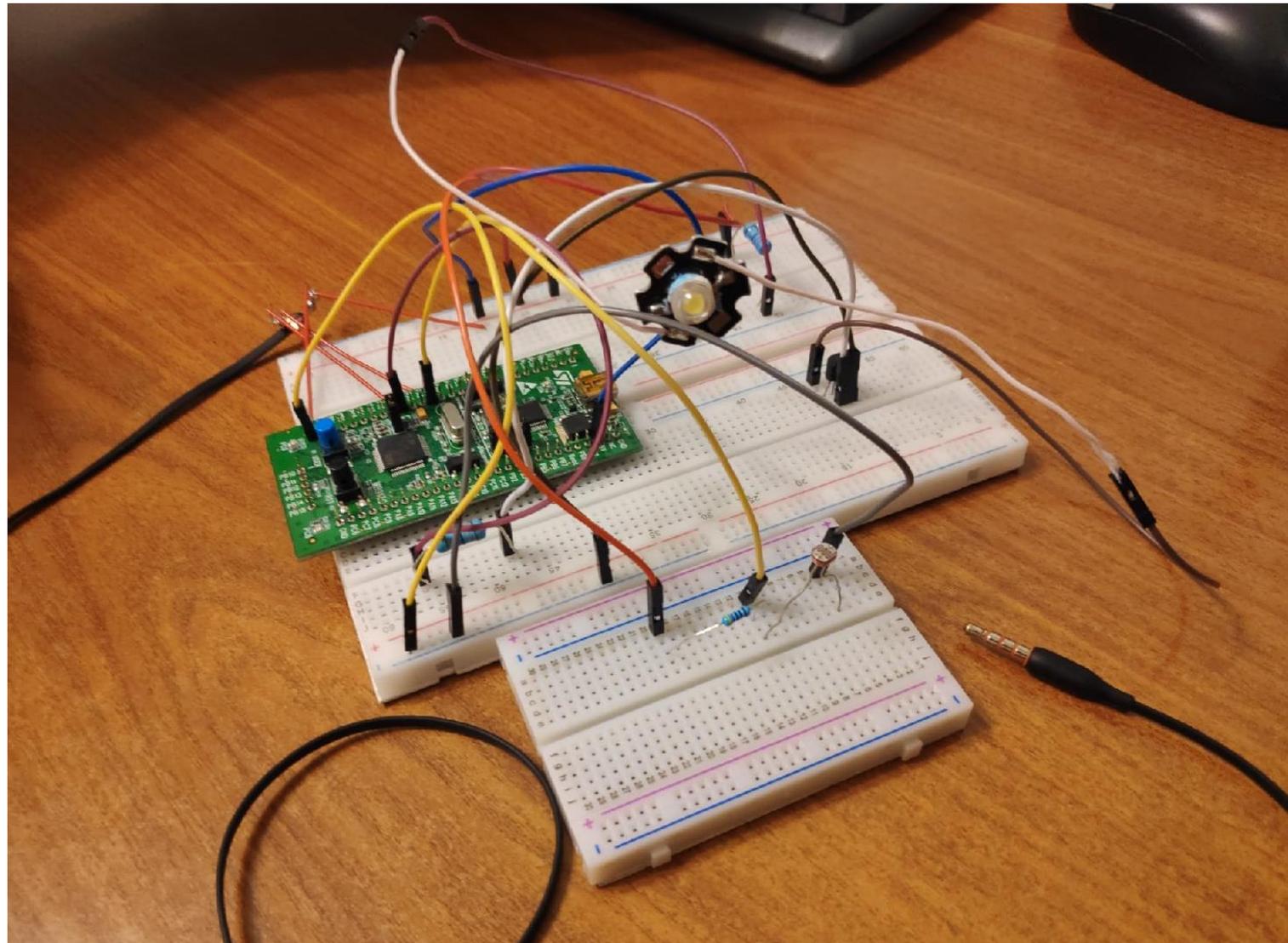
Реализация модуляции данных

```
DMA_InitStructure.DMA_PeripheralBaseAddr = (uint32_t)&(DAC->DHR12R1);
DMA_InitStructure.DMA_MemoryBaseAddr = (uint32_t)&symbol;
DMA_InitStructure.DMA_DIR = DMA_DIR_PeripheralDST;
DMA_InitStructure.DMA_BufferSize = 8;
DMA_InitStructure.DMA_PeripheralInc = DMA_PeripheralInc_Disable;
DMA_InitStructure.DMA_MemoryInc = DMA_MemoryInc_Enable;
DMA_InitStructure.DMA_PeripheralDataSize =
DMA_PeripheralDataSize_HalfWord;
DMA_InitStructure.DMA_MemoryDataSize =
DMA_MemoryDataSize_HalfWord;
DMA_InitStructure.DMA_Mode = DMA_Mode_Circular;
DMA_InitStructure.DMA_Priority = DMA_Priority_High;
DMA_InitStructure.DMA_M2M = DMA_M2M_Disable;
DMA_Init(DMA1_Channel3, &DMA_InitStructure);
DMA_ITConfig(DMA1_Channel3, DMA_IT_TC, ENABLE);
NVIC_EnableIRQ(DMA1_Channel3_IRQn);
DMA_Cmd(DMA1_Channel3, ENABLE);
DAC_DMAMCmd(DAC_Channel_1, ENABLE);
```



Пример модуляции буквы «Л» -
10100111

Учебный образец приемопередатчика



Выводы

В рамках выполнения работы проанализированы:

- актуальность выбранной темы, похожие существующие решения, возможные варианты реализации

Спроектированы:

- архитектура системы, схема электрическая принципиальная, выполнена трассировка печатной платы приемопередатчика, подобраны компоненты

Реализовано:

- интерфейс мобильного приложения системы для Android 6.0 и выше, основные алгоритмы для мобильного приложения и для передатчика, собраны учебные образцы устройств приемопередатчика

В будущем система может быть доработана до дуплексной системы, а также для использования выхода в Интернет