

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

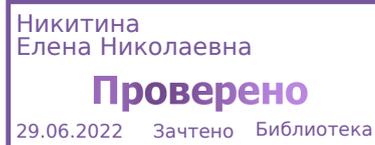
Михальков Николай Андреевич

**Разработка и исследование трансивера
для цифровых видов связи**

Направление подготовки
11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

**АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

2022



Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет»

Научный руководитель

кандидат технических наук,
доцент Киба Дмитрий Анатольевич

Рецензент



кандидат технических наук,
Круговой Роман Николаевич,
менеджер по поддержке
производства УАО «ТАЛЕС АВС
ФРАНЦИЯ САС»

Защита состоится « 27 » июня 2022 года в 09 часов 00 мин на за-
седании государственной экзаменационной комиссии по направлению подго-
товки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» в Комсомольском-на-
Амуре государственном университете по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-
Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 311/3.

Автореферат разослан 21 июня 2022 г.

Секретарь ГЭК



А.А. Биткина

Общая характеристика работы

Предметом изучения и работы радиотехники является применение теоретических и практических знаний об электромагнитных волнах. Для обмена сообщениями между пользователями по радиозэфире необходимы приемный и передающий радиотракты. Они могут быть спроектированы в одном устройстве, называемом трансивером. Трансивер – это приемо-передающее устройство, в котором основные функциональные узлы (гетеродин, модулятор, усилители, фильтры, и антенны) осуществляют работу как на прием, так и передачу радиосигнала. С развитием цифровых технологий появились цифровые протоколы, преобразующие информационное сообщение в дискретный радиосигнал.

Актуальность данного проекта состоит в развитии рынка цифровых трансиверов. На сегодняшний день широко развито любительское радиовещание, но при этом доля пользователей, пользующихся цифровой техникой невелика. Большинство цифровых трансиверов достаточно дороги, из-за чего их применение ограничено. Удешевление устройства приведет к увеличению спроса среди радиолюбителей, что в свою очередь расширит область применения цифровых трансиверов.

Целью является разработка коротковолнового трансивера для приема и передачи цифровых радиосигналов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить **задачи**:

- 1) произвести обзор существующих цифровых протоколов для передачи радиосообщений;
- 2) выполнить сравнительный анализ вычислительных устройств для цифровой радиопередачи сообщений;
- 3) разработать структурную схему;
- 4) разработать функциональную схему;
- 5) спроектировать принципиальную схему.

Объектом исследования является цифровой протокол, производящий преобразование информационного сообщения в дискретный высокочастотный электромагнитный радиосигнал. **Предметом исследования** трансивер, способный передавать и принимать цифровой радиосигнал.

В рамках исследования по теме использованы следующие **методы**:

- 1) Эмпирические:
 - а) Измерение;
 - б) Эксперимент;
 - в) Материальное моделирование.
- 2) Теоретические:
 - а) Анализ;
 - б) Синтез;
 - в) Классификация;
 - г) Систематизация.

Научная новизна заключается в разработке программы управления контроллера синтезатором частоты без возложения данной функции на сторонние программы, с целью обеспечения устройству полной автономности.

Достоверность полученных результатов подтверждена практической реализацией цифрового трансивера и проверкой ее работоспособности.

Практическая значимость исследования заключается в возможности использования разработанного устройства для любительской радиосвязи.

Личный вклад автора состоит в анализе готовых технических решений, в разработке, отладке и настройке готового приемо-передающего радиоприемного устройства, в разработке программного обеспечения устройства.

Основными положениями работы, выносимыми на защиту, являются структура и принципы функционирования приемо-передающего радиоприемного устройства, ее схемная реализация, алгоритм преобразования информационного сообщения в цифровой радиосигнал, разработанное программное обеспечение устройства.

Апробация результатов работы проведена на следующих конференциях:

IV всероссийская национальная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований», 12 – 16 апреля 2021;

1) V всероссийская национальная научная конференция молодых ученых «Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований», 11 – 15 апреля 2022.

Данная магистерская диссертация состоит из трех разделов и содержит в себе 8 таблиц, 43 рисунка, 3 приложения.

В первой обзорной части рассмотрена особенность устройства цифрового трансивера, проанализированы современные цифровые протоколы, на основе чего выбран протокол, используемый в проекте, и произведено сравнение цифровых трансиверов, представленных сегодня на рынке.

Во второй специальной части произведена разработка структурной, функциональной и принципиальной схем устройства, спроектированы отдельные узлы проекта, а также выбраны основные элементы.

В третьей расчетной части произведены расчеты номиналов элементов цифрового трансивера.

Разработаны структурная и функциональная схемы (рисунок 1 и 2 соответственно).

Разработана схема электрическая принципиальная цифрового трансивера (рисунок 3).

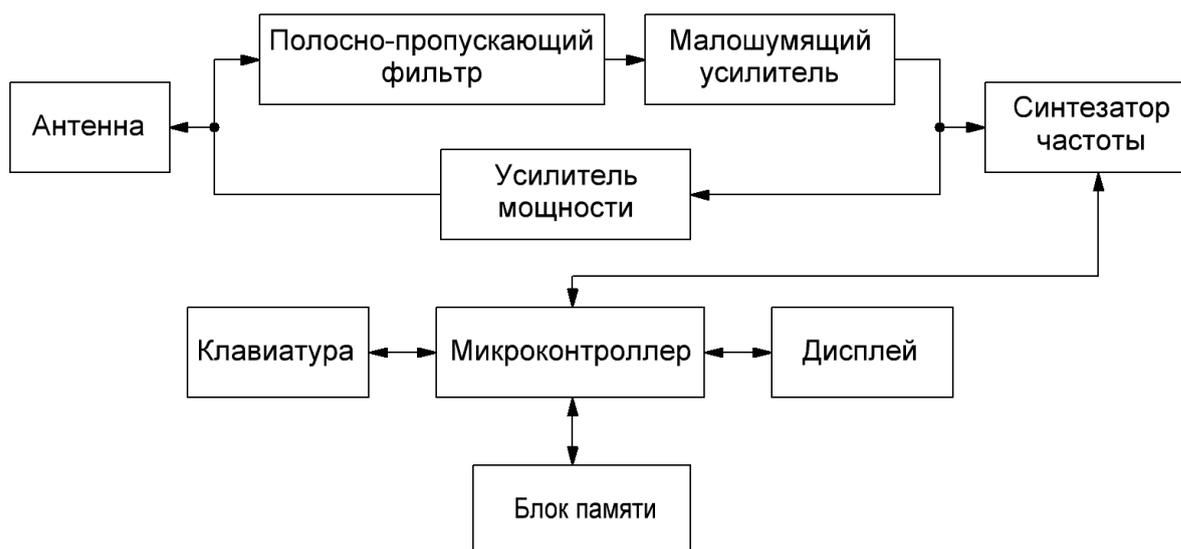


Рисунок 1 – Структурная схема

Из радиоэфира на антенну поступает огромное число сигналов. Из всех полученных сигналов происходит выбор тех, чья несущая частота совпадает с той, на которую настроен прибор. Этим процессом занимается преселектор – узел, состоящий из полосно-пропускающего фильтра и малошумящего усилителя. Полосно-пропускающий фильтр служит для усиления только тех сигналов, чья частота попадает в область пропускания устройства, а остальные он подавляет, чтобы не исказить принимаемое сообщение. Малошумящий усилитель обладает низким уровнем внутренних шумов, поэтому он может усилить даже очень слабые сигналы. Данное свойство называется чувствительностью, и оно определяет максимальное расстояние, на каком прибор способен принимать информацию. В отличие от аналоговых приемников, из высокочастотного сигнала не нужно извлекать информационный посредством алгебраических преобразований с несущей частотой. В данном устройстве синтезатор частоты выполняет функции анализатора сигнала, который снимает параметры принимаемого сигнала и передает эту информацию микроконтроллеру. Информация отображается на дисплее и сохраняется в блоке памяти. В качестве устройства ввода используется клавиатура. Микроконтроллер задает параметры сигнала и передает их синтезатору частоты,

который генерирует отправляемый сигнал. В режиме передачи трансивера происходит переключение с приемного радиотракта на передающий. Усилитель мощности (УМ) усиливает мощность выходного сигнала, чтобы увеличить дальность передачи сообщения.

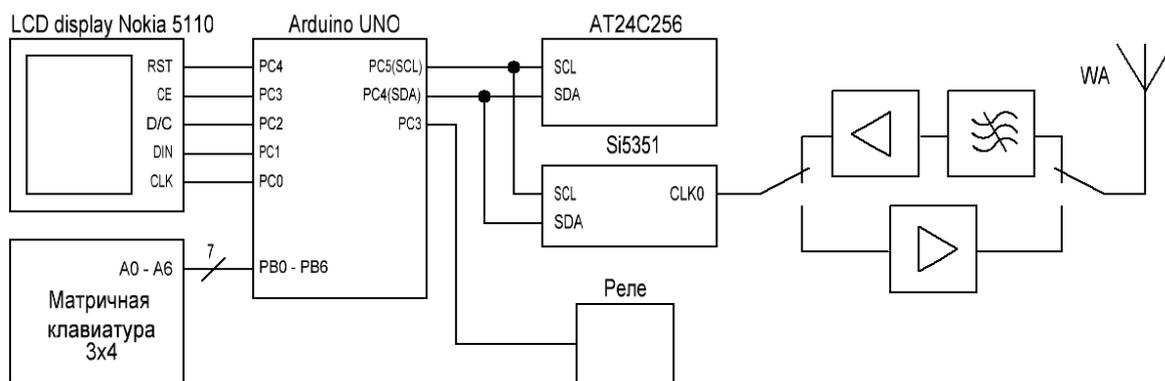


Рисунок 2 – Функциональная схема

В качестве микроконтроллера, являющимся устройством управления всеми функциями прибора, будет выступать Arduino UNO. Синтезатор частоты и блок памяти производят обмен данными с основным устройством при помощи последовательного интерфейса I2C. Данный интерфейс позволяет подключать несколько устройств на одну шину данных.

Переключение между приемным и передающим радиотрактом происходит при помощи реле. Реле содержит два переключающихся контакта, выполняющих коммутацию трактов с антенной и синтезатором частоты. Матричная клавиатура и дисплей подключены к микроконтроллеру через пины GPIO. Приемный и передающий тракты выполнены на операционных усилителях.

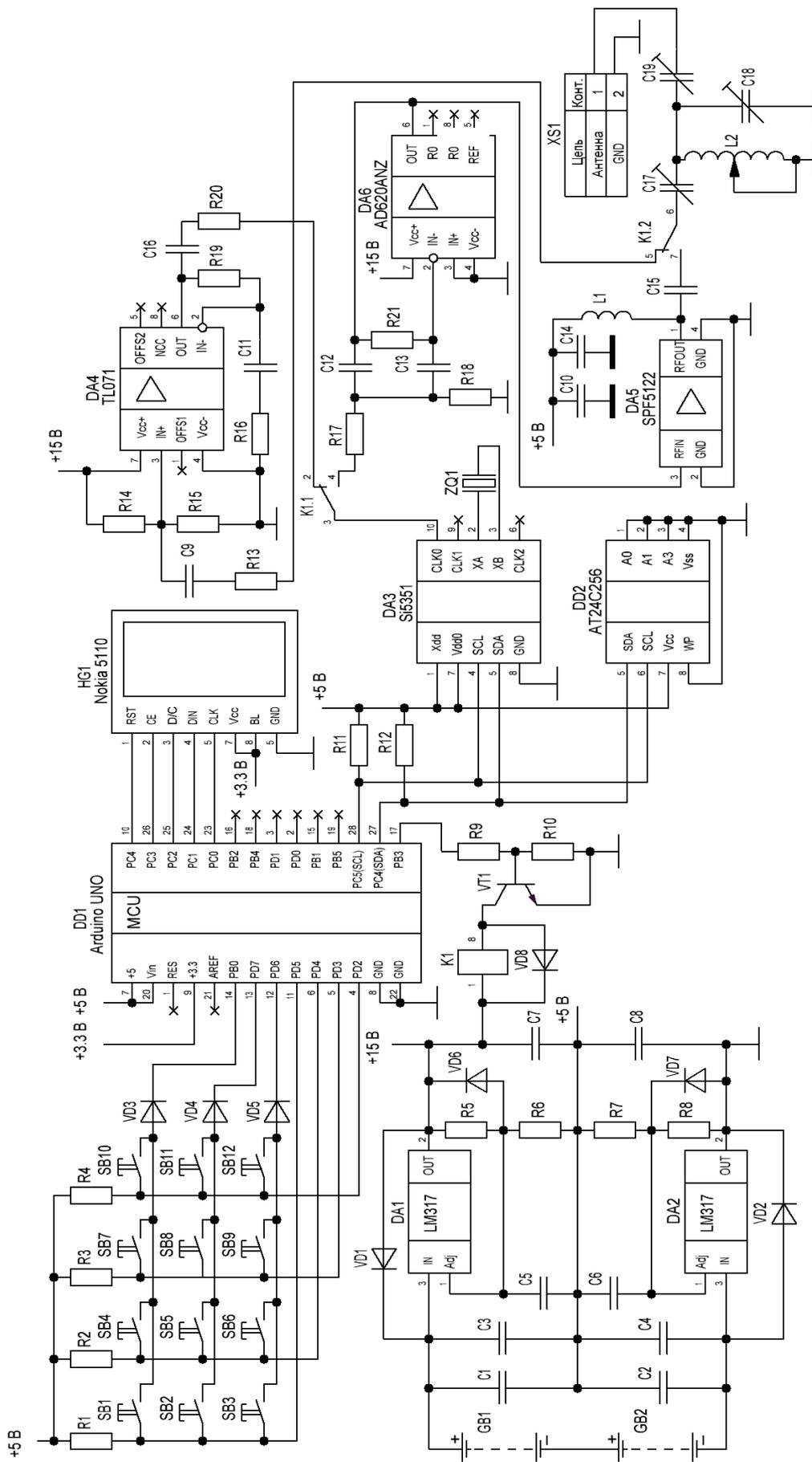


Рисунок 3 – Схема электрическая принципиальная

Электрическая принципиальная схема содержит следующие элементы:

DA1, DA2 – стабилизатор напряжения LM317;

DA3 – синтезатор частоты Si5351;

DA4 – усилитель TL071;

DA5 – малошумящий усилитель SPF5122;

DA6 – усилитель AD620ANZ;

DD1 – платформа Arduino UNO;

DD2 – устройство памяти AT24C25;

HG1 – ЖК дисплей Nokia 5110;

K1 – реле двух контактное 507N-2CH-F-C;

XS1 – разъем антенны.

Заключение

Итогом работы является разработанное устройство, способное принимать радиосигнал, закодированный при помощи цифрового протокола, и декодировать его для чтения пользователем, а также преобразовать сообщение в цифровой радиосигнал для дальнейшей его передачи. Устройство способно генерировать набираемое сообщение, отображать принятое сообщение и сохранять его в энергонезависимой памяти. При помощи клавиатуры происходит настройка устройства на рабочую частоту для передачи или приема сообщения с другими пользователями, работающих на той же частоте.

Список публикаций

1) Михальков, Н. А. Использование коротковолнового трансивера для цифровых видов связи / Н. А. Михальков, Д. А. Киба // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : материалы IV Всерос. нац. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 12-16 апреля 2021 г. – Комсомольск-на-Амуре :

ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2021. – Ч. 2. – С. 232-235.

2) Михальков, Н. А. Анализ протоколов для цифровых видов связи / Н. А. Михальков, Д. А. Киба // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : материалы V Всерос. нац. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 11-15 апреля 2022 г. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2022. – Ч. 3. – С. 157-159.