

Березина Д.М.

Научный руководитель: доцент, к.т.н. К.А. Якименко

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23

berezinadasha111@gmail.com

Исследование влияния фазовых шумов синтезаторов частот на параметры системы связи с QAM-модуляцией

В современном мире системы связи стали неотъемлемой частью нашего общества. Одной из основных технологий для передачи цифровых данных по радиоканалам является квадратурная амплитудная модуляция QAM (*Quadrature Amplitude Modulation*) [1]. С помощью QAM-модуляции можно передавать несколько бит информации на одной частоте и одном временном интервале. Это позволяет увеличить спектральную эффективность и передать больше информации. Данные в QAM модуляции представлены в виде точек в комплексной плоскости, что дает возможность увеличить количество возможных состояний сигнала и, следовательно, увеличить пропускную способность канала. Однако увеличение количества уровней сигнала также увеличивает вероятность ошибки при передаче данных из-за шума и интерференции в канале связи.

Качество передачи информации определяется вероятностью ошибочного приема Bit Error Rate (BER) [2]. Это отношение количества ошибочно полученных битов информации к общему количеству переданных битов. BER является ключевым показателем эффективности QAM и других методов модуляции. Его значение обычно уменьшается с увеличением мощности сигнала и улучшением отношения сигнал/шум и стремится к нулю при отсутствии ошибок.

Цель работы: провести оценку вероятности возникновения ложных битов цифровых систем связи с QAM модуляцией при использовании в качестве формирователя несущей частоты генератора на поверхностных акустических волнах (ПАВ) и синтезатора на основе фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ).

Вычисление вероятности ошибочного приема битов будет проводиться в программе MATLAB Simulink [2, 3]. Для этого была разработана функциональная модель системы связи. Формируется последовательность случайных чисел, далее происходит процесс QAM-модуляции. Затем в сигнал добавляется фазовый шум, соответствующий фазовому шуму ПАВ-генератора и синтезатора на основе ФАПЧ (рис. 1). Далее сигнал пропускается через модель гауссовского канала связи и поступает на демодулятор. Специальный блок оценивает количество ложных битов.

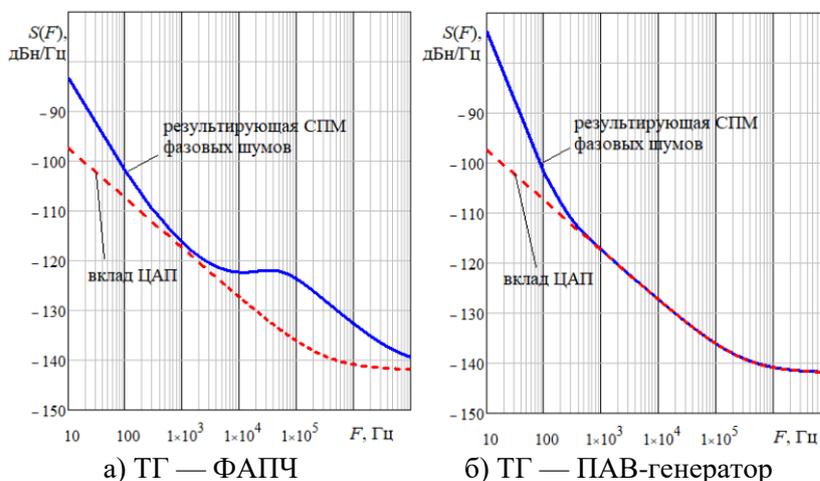


Рис. 1 - Результаты оценки СПМ фазовых шумов формирователя на основе быстродействующего ЦАП

Из полученных данных построили графики зависимости BER от соотношения сигнал/шум в канале связи E_b/N_0 при QAM модуляции с порядками 1024 и 4096 (рис. 2, 3, соответственно), сравнили показатели при использовании в качестве тактового генератора ПАВ-генератора и синтезатора на основе ФАПЧ и оценили вероятность возникновения ошибки в каждой системе.

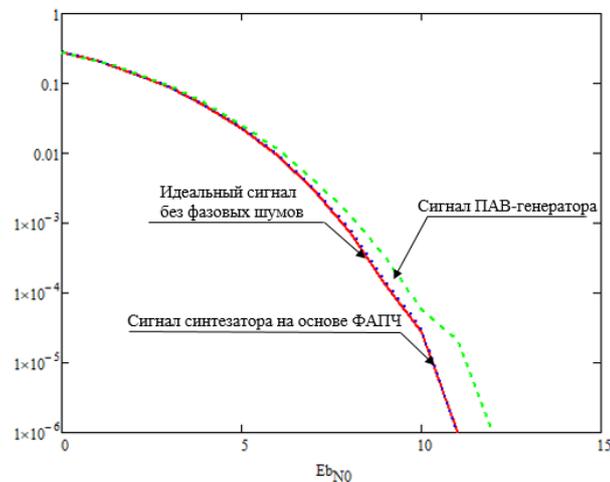


Рис. 2 - График зависимости BER от E_b/N_0 при 1024-QAM

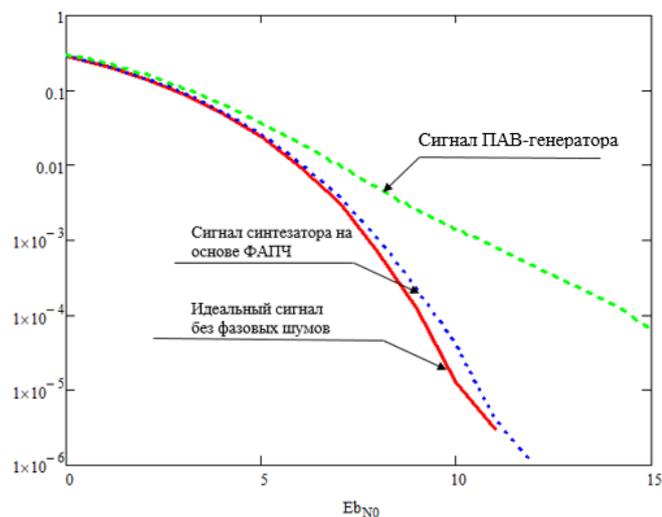


Рис. 3 - График зависимости BER от E_b/N_0 при 4096-QAM

Исследование влияния фазовых шумов на систему связи с QAM-модуляцией является актуальной темой, так как позволяет выявить возможности улучшения характеристик этих систем и повышения их эффективности. Изучение данной темы подразумевает проведение теоретических и экспериментальных исследований, анализ полученных результатов.

Литература

- 1 Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Издательский дом «Вильямс», 2007, 587 с
- 2 Bit Error Rate (BER) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mathworks.com/help/comm/ug/bit-errorrate-ber.html> (дата доступа 29.03.2024).
- 3 Голиков, А. М. Исследование цифровых методов модуляции PSK и QAM: Учебно-методическое пособие по лабораторной работе [Электронный ресурс] / А. М. Голиков. — Томск: ТУСУР, 2019. — 23 с.

Ермакова А.Ю.

Научный руководитель: к.т.н. И.А. Курилов

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
kh@mivlgu.ru

Лабораторный стенд «Макетирование усилителей звуковой частоты»

Этап макетирования занимает важное место в процессе разработки и запуска в производство радиотехнических устройств различного назначения.

Макетирование осуществляется после этапов расчета и компьютерного моделирования устройств. Макетирование позволяет на реальных радиоэлементах и в реальных условиях экспериментально проверить работоспособность схемы, исследовать ее характеристики и при необходимости скорректировать отдельные участки схемы, и (или) требуемые параметры конкретных радиоэлементов. Такие стенды, применительно к усилителям звуковой частоты промышленно не выпускаются, поэтому задача разработки и построения стенда является актуальной.

Разработанное устройство позволяет получить практические навыки макетирования реальных радиотехнических устройств, удобно проводить макетирование и исследование следующих схем: однокаскадный неинвертирующий усилитель на операционном усилителе; однокаскадный инвертирующий усилитель на операционном усилителе; двухкаскадный предварительный усилитель с инвертирующими или неинвертирующими каскадами в различных сочетаниях; двухтактный эмиттерный повторитель в режиме «В»; двухтактный эмиттерный повторитель в режиме «А-В» - для двух значений напряжения смещения рабочей точки; двухкаскадный усилитель мощности звуковой частоты с общей или местной отрицательной обратной связью; трехкаскадный усилитель мощности с общей или местной обратной связью.

Базовая схема содержит отдельные, расположенные последовательно на монтажной плате, два каскада предварительного усиления и выходной каскад.

Макетирование конкретной схемы осуществляется пайкой припоем ПОС-60 (ПОС-61), при помощи паяльника. Припаиваются или выпаиваются, как отдельные перемычки, так и радиоэлементы, в зависимости от варианта схемы.

Базовый вариант двухтактного эмиттерного повторителя выполнен на комплементарных транзисторах КТ972А и КТ973А. Формирование конкретной схемы повторителя и установка заданных режимов транзисторов осуществляется впаиванием соответствующих перемычек в базовый вариант. Первый и второй каскады предварительного усилителя могут быть реализованы - оба на интегральных микросхемах (ИМС) КР140УД708 или на ИМС КР544УД2А. Либо один каскад на одном типе ИМС, а другой на втором типе. Это достигается применением панелек для микросхем типа SCS-8. Цоколевка обоих типов ИМС одинаковая (2101.8-1). ИМС нужного типа просто вставляются в соответствующие панели, впаянные в монтажную плату.

Конструктивно лабораторный стенд выполнен в виде несущей панели из пластика, на которой установлены: монтажная плата с металлизированными отверстиями с шагом 2,5 мм; два тепло рассеивающих радиатора с транзисторами; набор из шести резисторов нагрузки типа С2-10-2, которые могут соединяться параллельно, а так же четырех входных и выходных разъемов.

Несущая панель состоит из двух частей. Нижняя часть является основной несущей конструкцией и для облегчения веса и увеличения прочности имеет ребра жесткости. В полостях между ребрами жесткости расположены провода, соединяющие монтажную плату с входным и выходным разъемами, сопротивлениями нагрузки и с внешним двухполярным блоком питания $E_{п}=\pm 12$ В. Верхняя часть панели выполняет вспомогательную несущую и декоративную функции.

Секция 5. Методы и устройства обработки сигналов

Экспериментальная проверка стенда подтвердила его работоспособность и удобство при макетировании усилителей звуковой частоты.

Ермакова А.Ю.

Научный руководитель: С.М. Курилова-Харчук

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
kh@mivlgu.ru

Лабораторная установка «Тракты усиления гармонического сигнала»

Разработанная лабораторная установка позволяет проводить макетирование, проверку работоспособности, измерение параметров и экспериментальное исследование характеристик различных вариантов построения трактов усиления гармонического сигнала.

Схема электрическая структурная установки представлена на рис. 1.

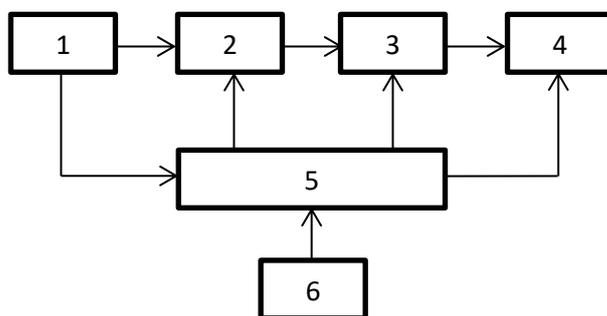


Рис.1

На схеме обозначено: 1-генератор стандартных сигналов АКТАКОМ АНР-1050; 2- цифровой мультиметр М83; 3- осциллограф цифровой запоминающий АКТАКОМ АСК-2065; 4- измеритель нелинейных искажений С6-11; 5- лабораторный стенд; 6- лабораторный блок питания двухполярный МСН-302D-II ($E_p = \pm 12В$, 5А).

Генератор 1 формирует тестовый сигнал заданной частоты и амплитуды. Цифровой мультиметр 2 позволяет осуществлять проверку и установку режимов элементов исследуемой схемы, по постоянному току, проводить измерения сопротивлений схемы в контрольных точках. При помощи осциллографа 3, проводят наблюдение формы и амплитуды сигналов лабораторного стенда. Измеритель нелинейных искажений обеспечивает измерение коэффициента гармоник сигналов стенда. Лабораторный стенд 5 предназначен для формирования и макетирования исследуемого тракта усиления сигнала. Блок питания энергетически обеспечивает работу стенда.

Лабораторная установка позволяет нарабатывать реальные практические навыки макетирования и исследования: одно и двух каскадных предварительных усилителей гармонического сигнала с инвертированием и не инвертированием входного сигнала; выходных каскадов усилителей, работающих в режимах «В» и «А-В»; двух и трех каскадных усилителей мощности, с общими и местными обратными связями.

Для обеспечения этого лабораторный стенд включает три базовых каскада – два предварительных (на операционных усилителях) и один выходной – на комплементарных транзисторах средней мощности. Формирование конкретной схемы осуществляется при помощи впаивания (выпаивания), паяльником соответствующих радиоэлементов и (или) перемычек в базовые каскады.

Приводятся данные экспериментального исследования трехкаскадного усилителя гармонического сигнала и составляющих его звеньев, в диапазоне частот 20Гц ... 20кГц, подтверждающие эффективность применения разработанной установки.

Казанцев Д.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент, доцент каф. УКТС Д.И. Суржик
Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный
университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
kh@mivlgu.ru

Разработка формирователя сигналов на основе ЦВС с автокомпенсатором фазовых искажений и комбинированным регулированием

Формирователи сигналов - технические устройства, предназначенные для изменения формы и параметров электрических сигналов. Они используются в различных областях техники и электроники для преобразования сигналов с целью улучшения их качества или адаптации к нужным параметрам.

В настоящее время для формирования сигналов активно используется синтез частот - это процесс создания одного или нескольких колебаний с определенными частотами, основанный на одном или нескольких исходных сигналах.

В работе рассматривается схема формирования сигналов, основанная на цифровом вычислительном синтезаторе (ЦВС), обладающая автоматической компенсацией фазовых искажений (АКФИ) и комбинированным регулированием, как показано на рисунке 1, где ТГ - тактовый генератор, УЧ - умножители частоты, ЦАП - цифроаналоговый преобразователь, УФВ - управляемый фазовращатель, ФНЧ - фильтр нижних частот, АКФИ - автокомпенсатор фазовых искажений, С - сумматор.

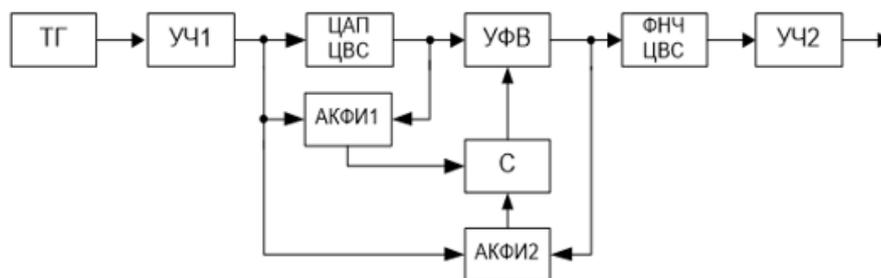


Рис. 1 - Структурная схема формирователя сигналов на основе ЦВС с АКФИ и комбинированным регулированием

В качестве устройства управления АКФИ ЦВС формирователей сигналов проще всего использовать управляемый фазовращатель (УФВ), он осуществляет снижение фазовых искажений путем применения противофазной модуляции к входному или выходному сигналу ЦВС в соответствии с управляющим сигналом от АКФИ.

Использование комбинированного регулирования с применением цепей регулирования по возмущению и отклонению позволяет сочетать достоинства схем с регулированием по возмущению и регулированием по отклонению, и преодолеть недостатки двух схем. Так основное подавление фазовых искажений обеспечивается в тракте с регулированием по возмущению, а повышение качественных показателей устройства и фильтрация внутренних искажений АКФИ - в тракте с регулированием по отклонению.

Литература

1. Суржик, Д. И. Компенсация искажений ЦВС в гибридных синтезаторах частот / Д. И. Суржик, И. А. Курилов, Г. С. Васильев // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. - 2015. - № 4(20). - С. 13-19.
2. Суржик, Д.И. Моделирование спектральных характеристик звеньев автокомпенсатора фазовых искажений цифровых вычислительных синтезаторов / Д.И. Суржик // Методы и устройства передачи и обработки информации. - 2016. - № 18. - С.17-21.

Кирилин А.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент кафедры ПИН Д.В. Бейлекчи
Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный
университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
sashakirilin000@gmail.com

Разработка программной системы фильтрации акустических помех в речевом сигнале на основе рекуррентной нейронной сети

Целью исследовательской работы является применение алгоритмов для улучшения качества речевой связи в современных телекоммуникационных сетях на основе методов искусственного интеллекта. Основной задачей при этом является разработка программной системы фильтрации на основе рекуррентной нейронной сети для исследования и оптимизации существующих алгоритмов с целью минимизации времени обработки сигнала.

Применение рекуррентных нейронных сетей, таких как RN Noise [1], позволяет значительно повысить точность и эффективность процесса устранения шумов, обеспечивая чистоту речевого сигнала даже в условиях сильных помех. Данная нейросети не только адаптируется к меняющимся условиям в процессе работы, но выявляет и подавляет шумы, не снижая при этом естественности и разборчивости голоса. Обучение данной нейросети проводилось на большом объеме данных, что позволяет ей эффективно работать с разнообразными акустическими искажениями. В целом рекуррентные нейронные сети в плане качества фильтрации речевого сигнала превосходят такие алгоритмы, как фильтры нижних частот, вейвлет-преобразование, фильтр Савицкого-Голея или медианный фильтр. Кроме того, еще одним преимуществом RN Noise является возможность дообучения нейросети на конкретных шумах, что позволяет ей качественно справляться с конкретными акустическими помехами.

Общая структурная схема обработки сигнала приведена на рис.1.

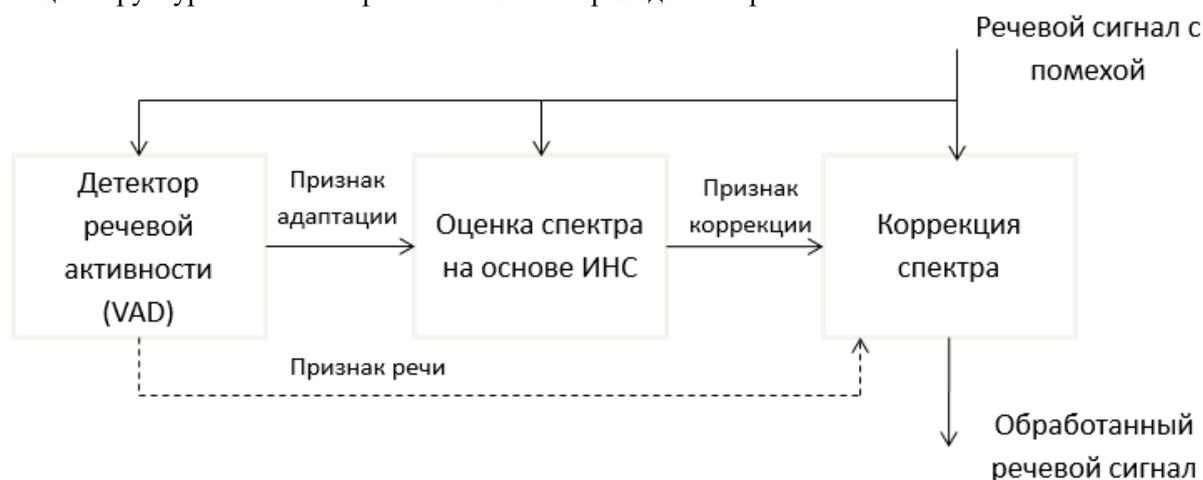


Рис. 1 – Структурная схема обработки сигнала

Таким образом, система фильтрации акустических помех, основанная на RN Noise, имеет перспективы для встраивания в уже существующие программные решения и проведения анализа эффективности работы фильтрации. Она способна значительно повысить качество голосовой связи, обеспечивая чистый и понятный речевой сигнал.

Задачами построения системы фильтрации является определение программной структуры, позволяющей реализовать требуемые функции:

- детектирование шумовых составляющих в аудиосигнале, что предполагает использование алгоритмов машинного обучения для точного распознавания и отделения шума от полезного сигнала;

- сбор и анализ статистики по удалению шума для оценки эффективности алгоритмов фильтрации и возможности дальнейшего улучшения системы;
- разработка интуитивно понятного и удобного GUI;
- оформление всей системы фильтрации в виде библиотеки, которую можно легко интегрировать в различные программные продукты.

Общая структурная схема системы фильтрации приведена на рис.2.

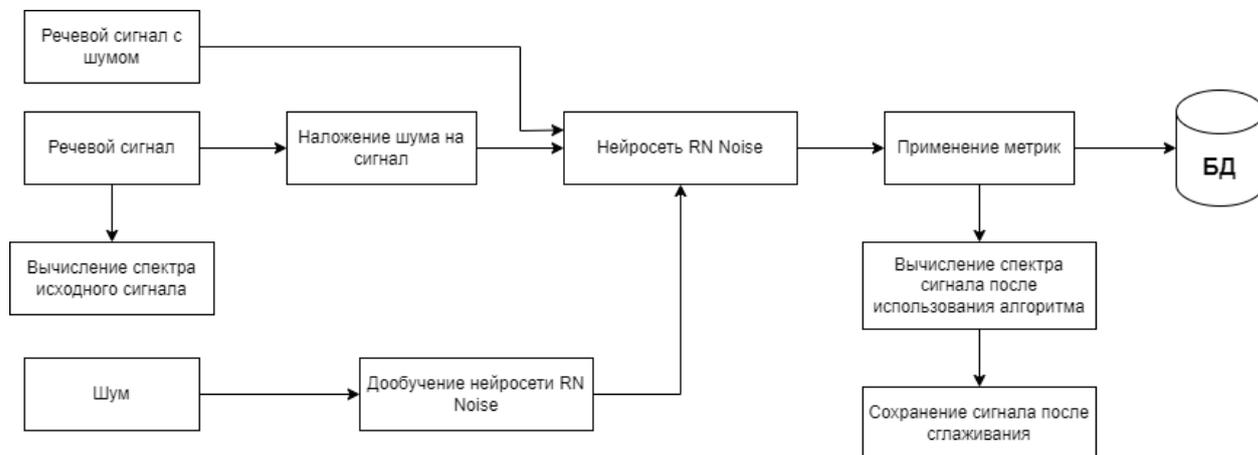


Рис.2 – Структурная схема системы фильтрации

Для создания графического интерфейса пользователя будет применяться инструментарий Qt Creator [2], а в качестве основы для написания кода выбран язык программирования Python 3.11, что обеспечит удобство разработки и высокую переносимость кода, так как библиотека RN Noise предоставляет обертку для Python.

Дополнительно, в рамках работы предстоит решить задачи оптимизации процесса фильтрации для минимизации времени обработки сигнала, что особенно важно для приложений, требующих работы в режиме реального времени, а также для устройств с ограниченными вычислительными ресурсами, таких как устройства на процессорах архитектуры ARM Cortex-M или RISC-V.

Таким образом, реализованная система фильтрации акустических помех обеспечит повышение качества воспринимаемого речевого сигнала, что важно для разнообразных приложений, включая средства связи, акустическую диагностику и системы речевого управления.

Литература

1. Valin, Jean-Marc. (2018). A Hybrid DSP/Deep Learning Approach to Real-Time Full-Band Speech Enhancement. DOI:10.1109/MMSP.2018.8547084.
2. Документация по Qt Creator [Электронный ресурс], URL: <https://doc.qt.io/qtcreator/>

Разработка стенда для отработки алгоритмов и программного обеспечения обработки данных оптоэлектронного датчика

В существующих реалиях тактико-технические требования к оптоэлектронным системам специального назначения изменяются очень быстро, что приводит к необходимости сокращения времени их разработки. Функциональная и алгоритмическая сложность таких систем требует комплексного подхода к разработке, тестированию и валидации аппаратных решений, алгоритмов управления и обработки данных, а также программного обеспечения их реализующего. В связи с этим, разработка стенда, предназначенного для обеспечения возможности отработки и верификации алгоритмов обработки данных оптоэлектронного датчика, разработки и отладки управляющего и специального программного обеспечения (ПО) с возможностью эмуляции различных сценариев наблюдения является актуальной задачей.

Для обеспечения заданной функциональности стенд позволяет формировать широкий спектр входных воздействий – данные, получаемые непосредственно с оптоэлектронной системы, и синтезированные изображения. Наличие возможности синтеза входных воздействий позволяет формировать исходные изображения, соответствующие различным условиям и сценариям наблюдения. Это дает возможность оценить эффективность алгоритмов и оптимизировать программное обеспечение. Структурная схема стенда приведена на Рисунке 1.

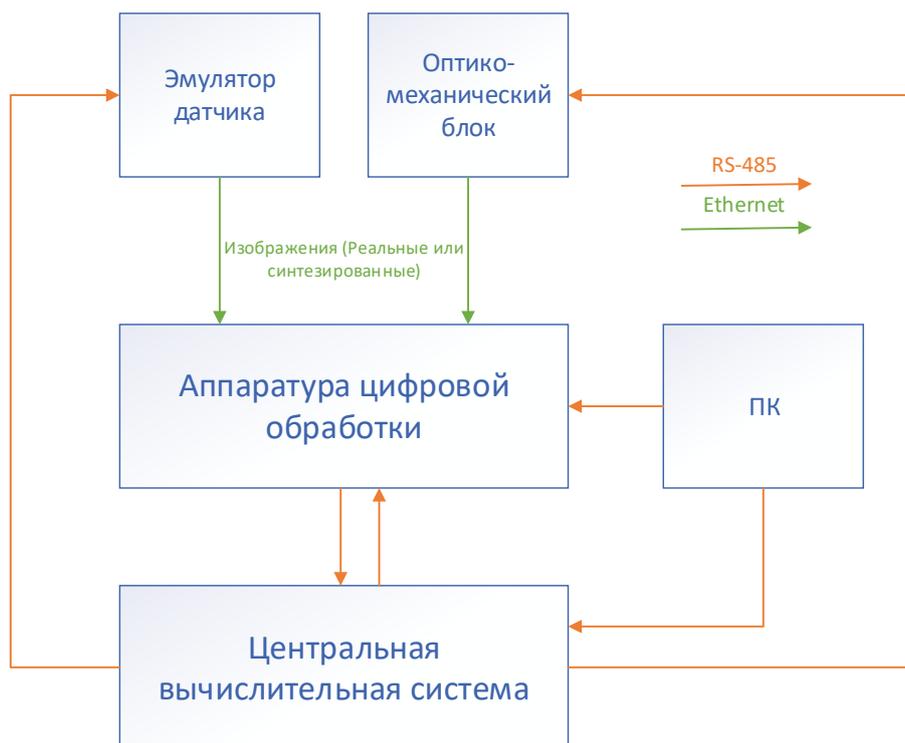


Рис. 1 – Структурная схема стенда

Натурный полноразмерный оптико-механический блок формирует изображения в реальном времени, а эмулятор датчика, выполненный в виде персональной ЭВМ, предоставляет либо синтезированные, либо ранее записанные изображения, которые через интерфейс 1GbE поступают на аппаратуру цифровой обработки. Аппаратура цифровой обработки построена на базе отечественного процессора СКИФ и физически реализована в виде модулей ELV-MC03-SMARC и ELV-SMARC-CB. Центральная вычислительная система также представлена

эмулятором в виде персональной ЭВМ. В ее задачи входят анализ результатов обработки, а также вопросы управления системой обработки в целом. В качестве канала управления используется сеть, выполненная на базе асинхронного интерфейса стандарта RS-485. Разработка программного обеспечения и прошивка устройств производится на входящем в состав стенда персональном компьютере с установленным специальным инструментальным ПО.

В ходе работ по реализации стенда было разработано ПО, включающее в себя модули передачи данных между основными узлами стенда в соответствии с заданными протоколами информационно-логического взаимодействия, а также специальное ПО обработки изображений, реализующее ключевые фрагменты алгоритмов обработки изображений, получаемых от оптоэлектронного датчика.

Дальнейшее развитие заключается в разработке ПО управления, которое позволит эмулировать и отрабатывать поведение системы в целом.

Внедрение стенда в процесс разработки системы обработки данных оптоэлектронного датчика способствовало существенному сокращению времени и ресурсов, необходимых для реализации и отработки новых технических решений.

Митрофанова П.С.

Научный руководитель – к. т. н., доцент кафедры РТ К.К. Храмов
 Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного
 образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный
 университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
 appolinariya.mitrofanova@mail.ru

Варианты построения структурной схемы системы оповещения

Системы оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) людей в настоящее время активно развиваются и находят широкое применение. Назначение данных систем, заключается в том, чтобы оповестить людей о возникновении чрезвычайной ситуации. В современных условиях ни одно общественное место не может обойтись без подобных систем.

Данные системы предназначены для оповещения многоэтажных зданий, школ, учебных заведений, гипермаркетов, промышленных объектов. Благодаря данным системам мы можем передавать речевые и музыкальные сообщения (реклама, музыкальная трансляция, эвакуация при пожаре, терроризм и т.д.) [1].

Существует несколько вариантов построения систем оповещения. Рассмотрим некоторые из них.

Структурная схема системы оповещения [3] изображена на рис. 1.

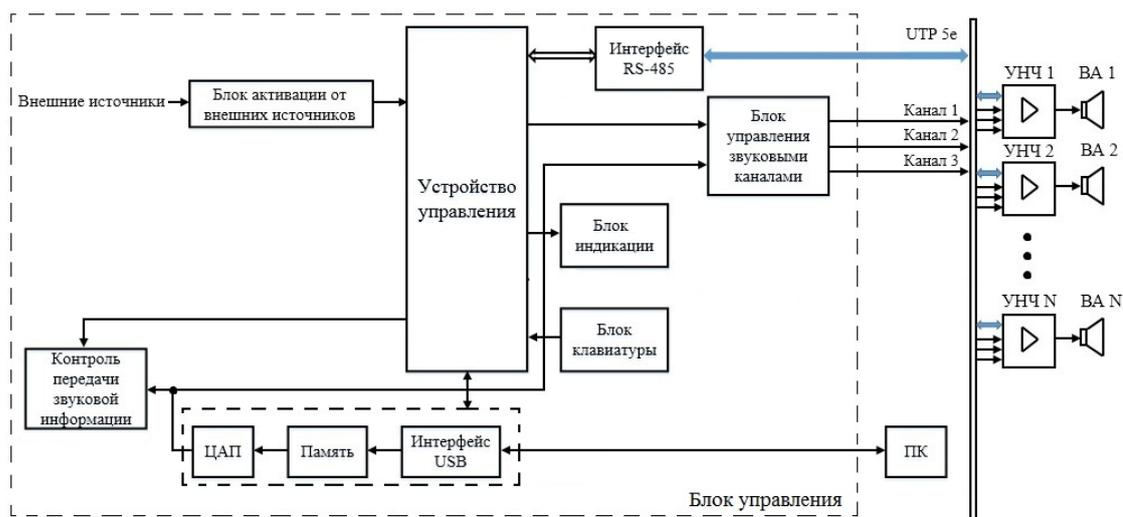


Рис. 1 - Система оповещения с интерфейсом RS-485

Связь между блоками системы осуществляется с использованием протокола RS-485 по кабелю UTP, одна из линий которого предназначена для передачи цифровой информации, а остальные три используются для передачи речевой информации.

Для хранения речевых сообщений блок оснащен энергонезависимой памятью. Запись сообщений осуществляется с помощью специального программного обеспечения через персональный компьютер (ПК). Выбор нужной группы выходных усилителей нижних частот (УНЧ 1-УНЧ N), а также установка режима работы осуществляется с помощью клавиатуры. Для возможности работы системы в автоматическом режиме, т.е. под управлением внешних сигналов, применяется блок активации от внешних источников.

Визуальный контроль режимов работы и аудио контроль передаваемой информации обеспечивают блок индикации, а также блок контроля передачи звуковой информации, содержащий усилитель с регулятором и динамиком.

По требованиям нормативных документов система оповещения должна иметь два источника внешнего питания: основной и резервный.

Устройство управления обеспечивает взаимное функционирование составных частей системы, а также обработку протокола RS-485. Недостаток данного интерфейса – сравнительно небольшая дальность передачи данных, которая составляет 1,2 км при скорости 100 кбит/с.

В [3] предложен вариант модернизации предыдущей структурной схемы системы оповещения, в котором реализовано подключение к сети Internet с использованием технологии Ethernet (рис. 2).

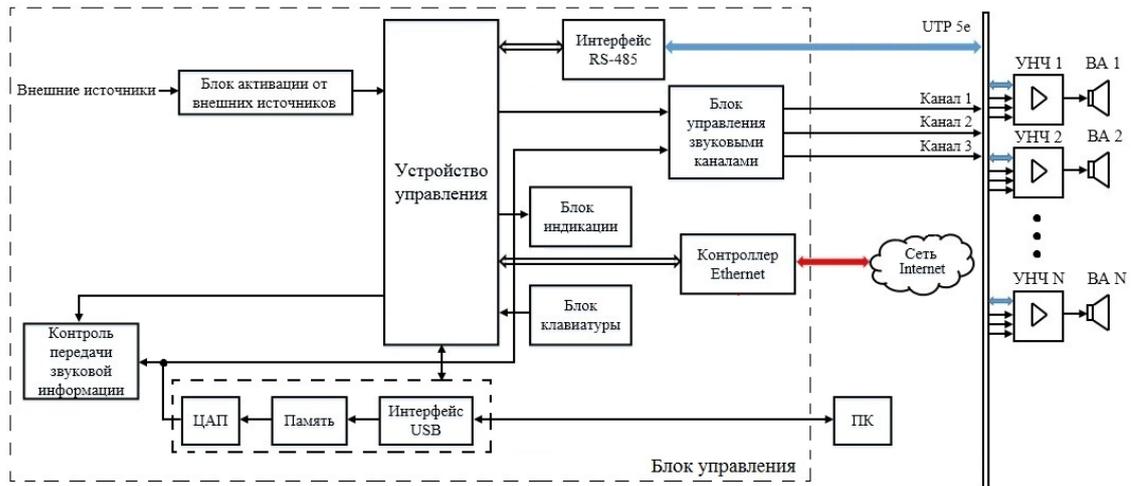


Рис. 2 - Система оповещения с каналом Ethernet

Благодаря, использованию канала Ethernet появляется функциональная возможность удаленного управления системой (например, с помощью мобильного устройства). Становится возможным построение рассредоточенной системы оповещения, использующей существующую локальную сеть.

На базе рассмотренных выше вариантов можно предложить распределенную структурную схему системы оповещения, которая изображена на рис. 3. Основным достоинством такой структурной реализации является независимое управление в каждой зоне. Выход из строя оборудования в какой-либо отдельной зоне оповещения не влияет на работу СОУЭ в других зонах. Такая архитектура построения повышает надежность, функциональность и гибкость СОУЭ.

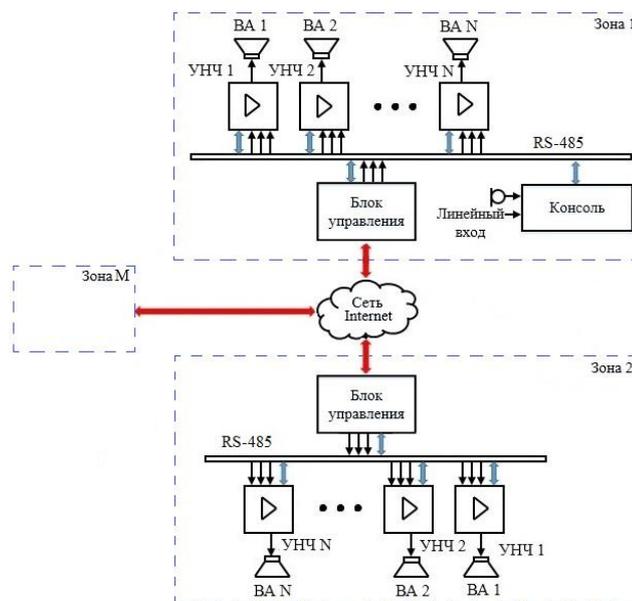


Рис. 3 - Распределенная система оповещения

Также можно предложить распределенную структурную схему системы оповещения, в которой блок управления будет находиться только в одной (главной) зоне (рис. 4).

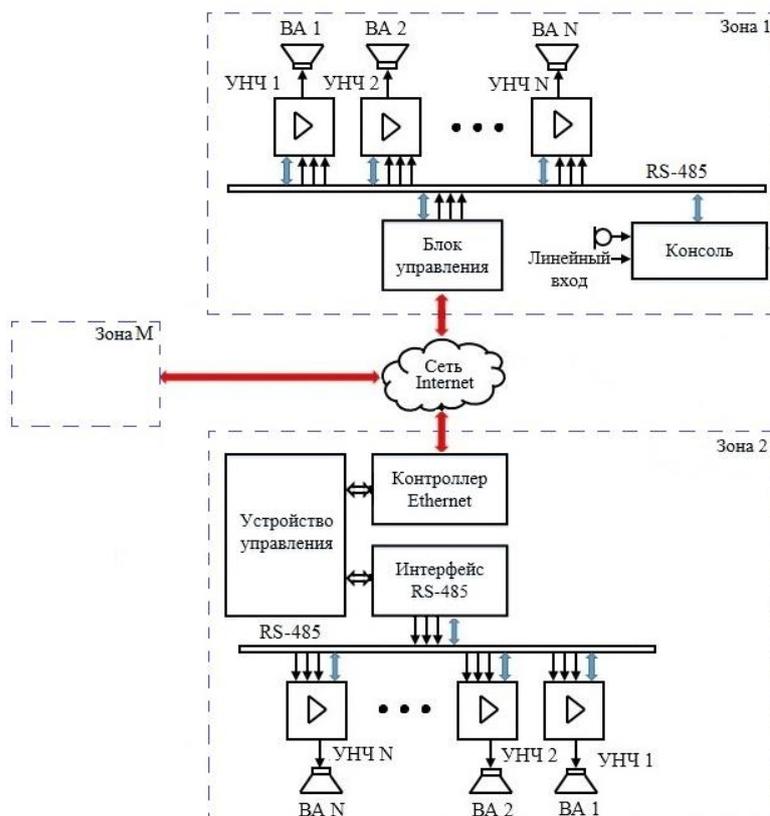


Рис. 4 - Распределенная система оповещения с одним блоком управления

Данная структурная схема системы оповещения требует реализации многоприоритетности, при которой аварийное сообщение транслируется по высокому приоритету. Здесь дополнительно в Зоне 1 добавлена Консоль для оперативного оповещения.

Стоит добавить, что комбинированная система оповещения должна быть оперативной, эффективной и надежно действующей, таким образом можно гарантировать безопасность людей.

В докладе рассматриваются особенности рассмотренных вариантов построения СОУЭ, их достоинства и недостатки. Дается краткий анализ областей применения каждой структуры.

Литература

1. Кочнов, О.В. Особенности проектирования систем оповещения: учебное пособие / О.В. Кочнов. – Издательство «Стерх», ИП Коськин А.М., 2012. – 154 с. Библ.: 14 назв.
2. Постановление Правительства РФ от 1 сентября 2021 г. № 1464 «Об утверждении требований к оснащению объектов защиты автоматическими установками пожаротушения, системой пожарной сигнализации, системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре».
3. Митрофанова П.С., Храмов К.К. Система оповещения о чрезвычайных ситуациях для учебного заведения // Наука и образование в развитии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России. XVI Всероссийские научные Зворыкинские чтения: сб. тез. докл. Всероссийской научной конференции. Муром, 2 февр. 2024 г. – Муром: МИ ВлГУ, 2024. – 421 с.: ил. – [Электронный ресурс]: 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С.322-324.

Писный А.С.

Научный руководитель: к.т.н., доцент кафедры РТ К.А. Якименко
Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный
университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
art.pisny2020@gmail.com

Разработка и исследование лабораторного стенда «Генератор звуковых сигналов»

Развитие технологий синтеза частот создает новые возможности для генерации и обработки звуковых сигналов. Макетирование устройств на лабораторных стендах позволяет исследовать и анализировать синтез частот на простом и доступном устройстве, обеспечивая базу для дальнейших инноваций в этой области. Разработка и использование лабораторного стенда «Генератор звуковых сигналов» может быть полезным инструментом для обучения и образования в области электроники (снятие входных/выходных характеристик с блоков синтеза), акустики и других связанных дисциплин. Стенд поможет студентам лучше понимать принципы работы звуковых систем и их компонентов. В связи с этим тема является актуальной.

Целью данной работы является разработка и исследование «Генератора звуковых сигналов». Проект предполагает изучение принципа работы синтезатора. Он объединяет все основные элементы модульной конструкции устройства, включая вход управляющего напряжения, в относительно компактную схему.

Структурная схема «Генератор звуковых сигналов» приведена на рисунке 1.

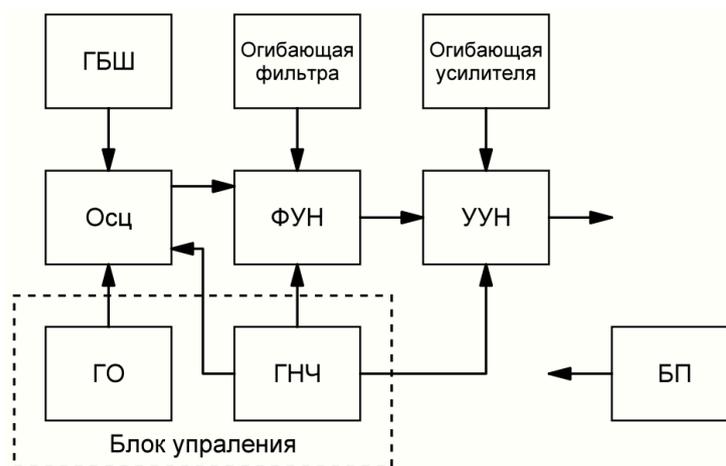


Рис. 1 – Структурная схема «Генератор звуковых сигналов»

Обозначение блоков структурной схемы: УУН - усилитель управляемый напряжением; ГНЧ - генератор низкой частоты; Осц – осциллятор; ФУН - фильтр управляемый напряжением; ГО - генератор огибающей; БП - блок питания; ГБШ - генератор белого шума.

Разрабатываемое устройство способно имитировать многие реальные звуки, а также способно создавать сигналы той формы, которые не встречаются в реальной жизни. Синтезатор выполняет это за счет использования генератора огибающей, генератора низких частот, полосового фильтра, усилителя и источника белого шума.

Универсальность данного устройства обусловлена тем фактом, что некоторые из его цепей регулируются напряжением. Частоту генератора, можно изменять вручную, поворачивая одну из ручек управления, на передней панели. При повороте ручки изменяется напряжение в цепи генератора, тем самым изменяя его частоту.

Во время работы над проектом были проанализированы существующие в настоящее время электронные схемы Генераторов звука (Синтезаторов) и выбран наиболее оптимальный вариант конструкции. Схема выполнена на базе четырех логических микросхемах. Чертеж

топологии печатной платы, спроектированной в программе Sprint-Layout 6.0, представлен на рисунке 2.

Преимущества разрабатываемого устройства в его компактности, малому весу, легкости изготовлении и эксплуатации, а также доступностью комплектования, распространенной элементной базой, надежностью, возможностью расширения функционала путем проведения модернизации.

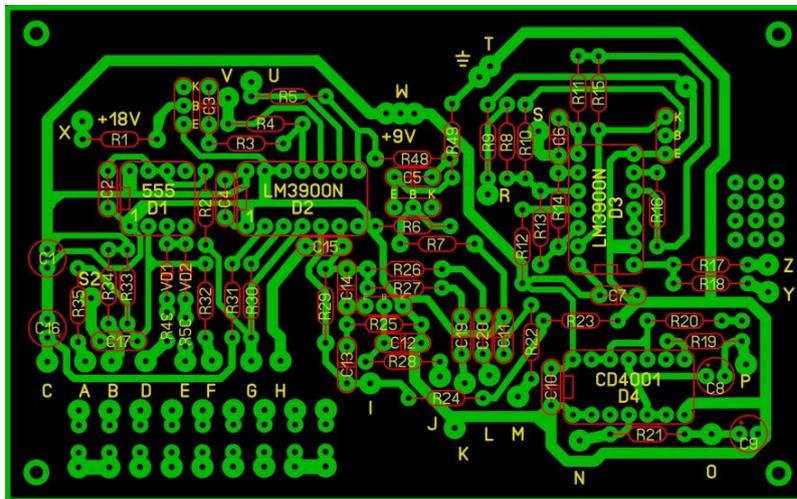


Рис. 2. - Чертеж топологии печатной платы в программе Sprint-Layout 6.0

Рассмотрим интегральные микросхемы, на основе которых производилось проектирование печатной платы:

- операционный усилитель Нортон LM3900N представляет собой 4-канальный усилитель, принцип работы, которого основан на усилении постоянного тока с высоким коэффициентом усиления. В «Генераторе звуковых сигналов», для усиления аудио сигнала и дальнейшего его обработки, и измерения, будет использовано два усилителя LM3900N;

- CD4001 - четырехъядерная 2-входная микросхема с элементом NOR, который выдает логический максимум на выходе. Данная микросхема позволяет реализовать положительную логику ИЛИ управление вентилем. Микросхема CD4001 выбрана из условий широкого диапазона питающих напряжений, (рекомендуемый диапазон от 3 В до 18 В);

- таймер LM555 - основная микросхема, используемая в качестве таймера, реализации задержки, генерации импульсов и генератора.

Литература

1. Горбунова И.Б. Информационные технологии в музыке: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 540200 (05020) Физико-математическое образование // Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2009. Т. 1: Музыкальные синтезаторы. Т. 1. - 2010. - 205 с.

2. Каплан, Д. Практические основы аналоговых и цифровых схем / Д. Каплан, К. Уайт ; пер. с англ. А. А. Кузьмичевой ; под ред. А. А. Лапина. - Москва: Техносфера, - 174 с.

3. Крайний, В.И. Основы электроники. Аналоговая электроника: учебное пособие / В. И. Крайний, А. Н. Семёнов. – 2-е изд. – Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2021. – 178. С.

4. Крерафт, Д. Аналоговая электроника. Схемы, системы, обработка сигнала / Д. Крерафт, С. Джерджи ; пер. с англ. А.А. Кузьмичевой под ред. А.А. Лапина. - Москва : Техносфера, 2005 (ООО Европолиграфик). - 359 с.

5. Теряев Б.Г. Схемотехника аналоговых электронных устройств. Ч. 1. - 2005 (ГОУ ВПО Моск. гос. ин-т радиотехники, электроники и автоматики (ТУ)). - 168 с.

6. Синтез и работа с синтезаторами: теория и практика: <https://mixed.news/articles/223438>

7. Синтез звука и устройство синтезатора: <https://znanio.ru/media/sintez-zvuka-i-ustrojstvo-sintezatora-2807552>

Поскрёбин М.П.

Научный руководитель к.т.н., доцент кафедры РТ А.Н. Докторов
Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный
университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
pposkrebin@yandex.ru

Разработка лабораторного стенда для исследования микроконтроллеров STM32

В двадцать первом веке всё больше и больше процессов происходят при помощи компьютеров и других вычислительных ЭВМ. Обработка древесины, металла, написание музыки, телевидение, средства автоматизации, телекоммуникации, в транспорте и т.д.

Для расчётов этих сложных действий требуются вычислительные мощности, представленные процессорами и микроконтроллерами, самых разных типов для самых разных задач. Микроконтроллер представляет собой систему «на одном кристалле», при минимальной стоимости имеет в себе массу периферийных устройств с широким спектром возможностей.

Одним из максимально доступных и простых в освоении микропроцессоров является STM32. STM32 - семейство микроконтроллеров, основанных на 32-битных ядрах ARM, обладает большим функционалом и возможностями в программировании. Программирование микроконтроллера означает написание алгоритма с помощью специального языка программирования и запись его в память контроллера.

Данная работа посвящена разработке лабораторного стенда по изучению возможностей программирования микроконтроллеров фирмы STMicroelectronics – STM32 [1]. Разрабатываемый лабораторный стенд предназначен для программирования микроконтроллера и отладке схем на его основе. При помощи данных микроконтроллеров возможно исследование широтно-импульсной модуляции, аналогово-цифрового преобразования и цифро-аналогового преобразования, а так же работа с интерфейсом I²C [2]. Исследования ШИМ и общее знакомство с микропроцессорной техникой даст возможность обучаемым лучше ориентироваться в вопросах о системах управления электроприводом, что повысит знания и квалификацию учащихся.

Структурная и принципиальная схема стенда приведены на рис. 1 и 2.

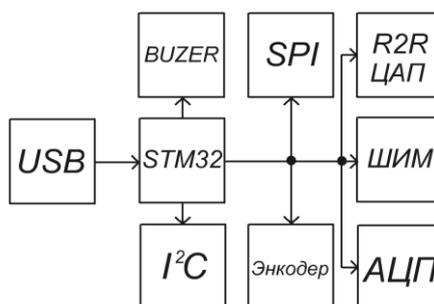


Рис. 2 – Структурная схема лабораторного стенда

Структурная схема лабораторного стенда состоит из нескольких блоков, а именно из:

интерфейсов ввода-вывода: I²C, SPI, USB; аналого-цифрового преобразователя (АЦП); цифро-аналогового преобразователя (ЦАП); энкодера; широтно-импульсного модулятора (ШИМ-контроллер); таймеров и динамика.

Проектирование стенда проводилось в программе Proteus Professional 8.17. На принципиальной схеме, показанной на рисунке 1, выделены основные блоки стенда, реализующие те или иные функции.

Питание стенда реализовано с помощью интегрального стабилизатора LD1117, формирующего стабильное постоянное напряжение величиной 5 В.

Подключение стенда к компьютеру для изменения прошивки и перепрограммирования микроконтроллера происходит через интерфейс USB.

Стенд оснащен жидкокристаллическим индикатором, подключаемым с помощью интерфейса SPI.

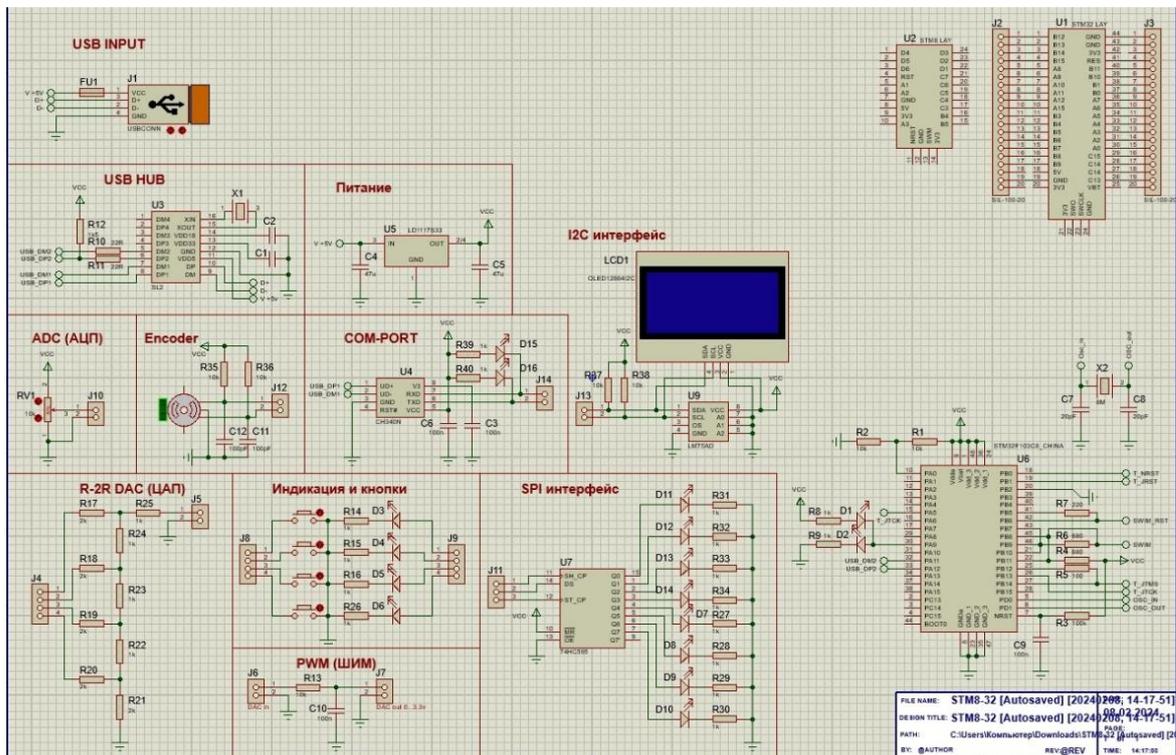


Рис. 1 – Принципиальная схема лабораторного стенда

В ходе данной работы был разработан лабораторный стенд на микроконтроллере STM32, были изучены основы программирования микроконтроллеров, работа в различных программах. Лабораторный стенд будет использоваться в целях обучения студентов, программированию, и работе с микроконтроллерами. Работоспособность стенда проверена, он полностью функционален.

Литература

1. Микроконтроллер STM32 – [электронный ресурс]: <https://ru.wikipedia.org/wiki/STM32>
2. Васильев А. С., Основы программирования микроконтроллеров. – Санкт – Петербург: Университет ИТМО, 2016. – 95 с.

Сухов К.А.
Акционерное общество "Научно-исследовательский институт "Субмикрон"
124498, г. Москва, Зеленоград, Георгиевский проспект, дом 5, строение 2
kiril_suhov@mail.ru

Разработка методики измерения постоянного электрического тока на базе датчика тока ACS710KLATR-12CB-T

В данной работе рассматривается разработка методики измерения постоянного электрического тока с использованием датчика тока ACS710KLATR-12CB-T для последующего построения беспроводной измерительной системы.

Целью работы является разработка методики измерения, анализ возможности применения данного датчика в беспроводной измерительной системе, практическая оценка точности измерений, определение иных технических характеристик датчика в различных условиях эксплуатации и сопоставление их со значениями, приведенными в технической документации.

Было проведено исследование различных методов измерения тока и выполнен их сравнительный анализ. На основе полученных результатов был выбран метод, основанный на эффекте Холла, который имеет высокую точность измерений, а датчики - малые габариты и малое влияние на измеряемую цепь. Метод относится к косвенному виду измерений. В качестве датчика использовался линейный датчик тока ACS710KLATR-12CB-T, имеющий широко используемый диапазон измерений $\pm 37,5\text{A}$, хорошую доступность и простоту использования.

Результатом проведенных исследований является методика измерения постоянного электрического тока в цепи. В основе методики лежит разработанный измерительный стенд, включающий в себя: поверенный и аттестованный контрольный мультиметр с пределом измерений ± 20 Ампер, поверенный и аттестованный лабораторный источник питания большой мощности, нагрузку в виде активного резистора соответствующей мощности, разработанную плату с датчиком тока, которая питается от внешнего блока питания. Отдельно был разработан способ подключения нагрузки в высокотоктовую цепь. Структурная схема измерительного стенда представлена на рис.1.

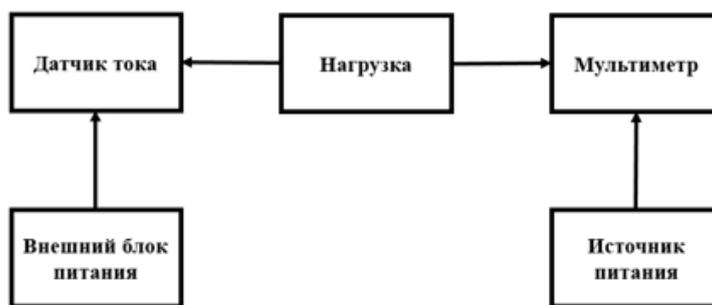


Рис.1 - Структурная схема измерительного стенда

Проведение измерений осуществлялось для различных условий эксплуатации в цепи с эталонным резистором, значения изменяемого напряжения и соответствующего тока фиксировались по показаниям мультиметра и источника питания. Параллельно измерялось и фиксировалось выходное напряжение датчика тока. В ходе обработки результатов измерений были пересчитаны полученные с датчика тока значения, и проведено сравнение результатов с измеренными истинными значениями тока в цепи. Сравнение показало совпадение результатов с заявленной точностью.

В результате работы были разработаны плата с датчиком тока, способ подключения нагрузки в высокотоктовую цепь, стенд и методика проведения измерений. Было определено полное соответствие датчика тока ACS710KLATR-12CB-T заявленным характеристикам в различных условиях эксплуатации. Результаты, полученные в ходе работы, в последствии были применены при разработке и изготовлении макета беспроводной измерительной системы.

Литература

1. ГОСТ Р 8.563 – 2009 «Методики (методы) измерений».
2. Электрорадиоизмерения: Учеб. пособие / В. И. Винокуров, С. И. Каплин, В. П. Маланченко, И. Г. Петелин. - Москва: Высш.школа, 1976. - 264 с.

Сухов К.А.
Акционерное общество "Научно-исследовательский институт "Субмикрон"
124498, г. Москва, Зеленоград, Георгиевский проспект, дом 5, строение 2
kiril_suhov@mail.ru

Разработка устройства измерения тока с поддержкой Bluetooth

В настоящее время устройства измерения и контроля множества параметров имеют широкое применение в различных сферах жизни. Существует большое количество способов реализации таких устройств в зависимости от задачи. В настоящей работе рассматривается разработка макета устройства измерения тока с поддержкой Bluetooth.

Основными требованиями, предъявляемыми к макету, являются: измерение постоянного электрического тока в цепи 12В в пределах 0-12А с точностью 0,01А в температурном диапазоне от -20 до + 60°С; беспроводная передача результатов измерений по протоколу Bluetooth; отображение измеренных значений на экране смартфона с помощью разработанного приложения.

Разработка устройства включала в себя: постановку задачи и поиск основных путей решения, определение принципа работы; разработку структурной и электрической принципиальной схем устройства. Были осуществлен и обоснован выбор элементной базы с учетом условий эксплуатации, выполнен расчет и моделирование схем. Структурная схема измерительного устройства тока с поддержкой Bluetooth представлена на рис.1.

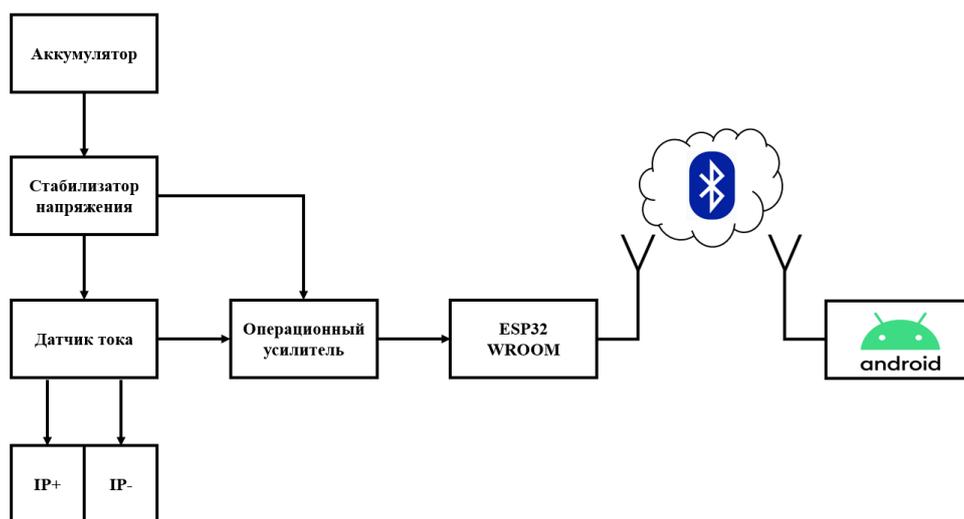


Рис.1 - Структурная схема измерительного устройства тока с поддержкой Bluetooth

Устройство построено на основе линейного датчика тока ACS710KLATR-12CB-T, предельный диапазон измерения которого составляет $\pm 37,5\text{A}$, диапазон измерений с гарантированной точностью составляет $\pm 12,5\text{A}$. Обработка и передача данных по Bluetooth осуществляются на базе чипа ESP32. Разработка встраиваемого программного обеспечения выполнена с помощью среды разработки Arduino IDE с применением библиотек BluetoothSerial, Adafruit_GFX и Adafruit_SSD1306. Приложение отображения результатов на смартфоне выполнено в среде разработки Android Studio с применением библиотек Glide, Picasso, Prince of Versions и BluetoothDevice. Разводка печатной платы проводилась с помощью средств САПРа Altium Designer.

Был разработан и изготовлен макет устройства. Проведенные испытания макета показали полное соответствие полученных характеристик ожидаемым, что подтверждает правильность разработанных и примененных решений.

Литература

1. Радиоизмерения: Учеб. пособие / В.Г. Чуйко; М-во образования Рос. Федерации. Моск. гос. ин-т электрон. техники (Техн. ун-т). - Москва: МИЭТ, 2001 - 99 с.
2. Искусство схемотехники: Пер. с англ. / П. Хоровиц, У. Хилл. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Мир, 1993 - 366 с.

Гавриков А.П.

Научный руководитель: к.т.н., доцент каф. ПИН А.А. Колпаков
Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный
университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
alexgavrikov21022003@gmail.com

Исследование методов распознавания речи в телекоммуникационных системах громкоговорящей связи

В ходе исследования была поставлена цель - рассмотреть, сравнить и выбрать метод для распознавания речи для дальнейшего использования в рамках выпускной квалификационной работы.

Распознавание речи – это процесс преобразования акустического сигнала, извлеченного из устной речи, в текстовый формат. Развитие искусственного интеллекта и машинного обучения привело к значительному прогрессу в этой области. В данной работе рассматриваются основные подходы к распознаванию речи, такие как скрытые марковские модели (СММ), нейронные сети, в том числе глубокое обучение, и их интеграция с технологиями обработки естественного языка.

Основными методами распознавания речи являются:

1. На основе скрытых марковских моделей (СММ)[1]: традиционно использовались для моделирования временных последовательностей и особенно хорошо подходят для обработки речевых сигналов, где вероятности переходов между состояниями позволяют учесть изменения во времени.

2. На основе нейронных сетей[2] включают полносвязные, сверточные и рекуррентные сети, а также сети глубокого обучения. Они широко применяются в области распознавания речи, извлечении признаков и обработке последовательностей данных.

3. Гибридные системы[3]: Комбинируют различные подходы, например, СММ могут использоваться в сочетании с нейронными сетями для улучшения распознавания.

Скрытая марковская модель (СММ) - это статистическая модель, которая имитирует поведение процесса, похожего на марковский процесс, но с неизвестными параметрами. Основная задача СММ - это разгадывание этих неизвестных параметров на основе наблюдаемых данных. Полученные параметры могут быть использованы для дальнейшего анализа, например, для распознавания образов.

Первые заметки о скрытых марковских моделях опубликовал Баум в 1960-х годах. В 70-х годах эти модели были первыми применены для распознавания речи. С середины 1980-х годов СММ применяются для анализа биологических последовательностей, особенно ДНК.

Однако, применение СММ для распознавания речи сложно и требует больших вычислительных ресурсов, поскольку в речи есть множество факторов, которые могут влиять на то, как человек произносит слова, и этот аспект должен быть учитываться при моделировании. Кроме того, требуется большой объем данных для обучения модели, чтобы она могла эффективно распознавать речь.

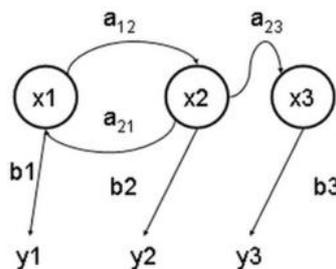


Рис. 1 - Диаграмма переходов в скрытой марковской модели (пример)

Методы на основе нейронных сетей являются эффективным подходом к распознаванию речи и извлечению признаков из аудиоданных. Полносвязные нейронные сети были одним из первых шагов в развитии распознавания речи и успешно применялись для классификации звуковых сигналов. Они состоят из множества взаимосвязанных нейронов, каждый из которых обрабатывает определенные признаки.

Сверточные нейронные сети впервые применялись в компьютерном зрении, но впоследствии оказались эффективными и для распознавания речи. Они используются для извлечения признаков из спектрограммы речи, учитывая локальные корреляции между частотами и временем. Сверточные слои нейронной сети обнаруживают различные характеристики, такие как различные группировки частот и временные зависимости.

Рекуррентные нейронные сети (RNN) обрабатывают последовательности данных, включая речь. Они имеют способность запоминать информацию о предыдущих состояниях, что особенно полезно в распознавании речи, где смысл зависит от контекста. LSTM (долгая краткосрочная память) и GRU (сеть с избирательным забыванием) являются расширениями RNN, обеспечивающими лучшую способность к запоминанию и учету долгосрочных зависимостей в речи.

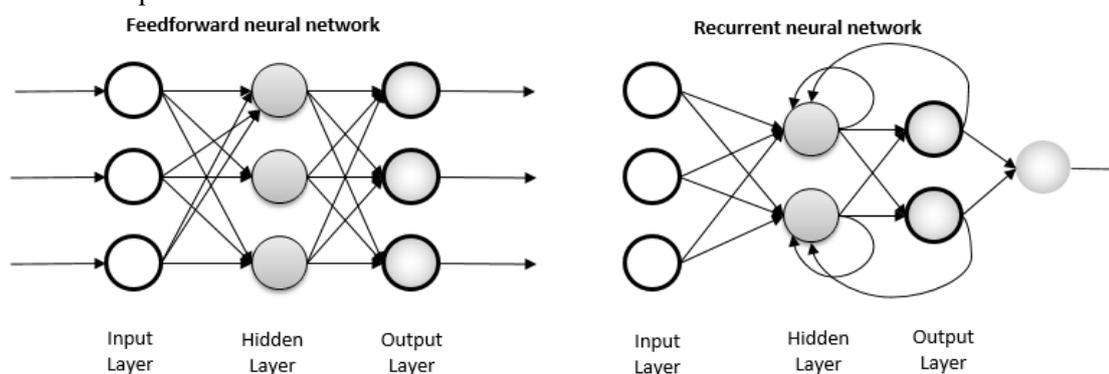


Рис. 2 - Сравнение обычной и рекуррентной нейронной сети

Сети глубокого обучения - это многократно применяемые слои нейронных сетей. Они позволяют извлекать иерархические признаки из аудиоданных. Например, в сети глубокого обучения для распознавания речи первые слои могут выявлять простые характеристики, такие как края и углы, а последующие слои на более высоком уровне иерархии могут объединять эти простые характеристики для более сложного понимания речи.

Гибридные методы комбинируют в себе нейросетевой подход и методы статистического моделирования, такие как скрытые марковские модели. Эти методы позволяют объединить преимущества обоих подходов. Например, нейронные сети могут быть использованы для классификации каждого конкретного фрейма звука, далее идет СММ, который моделирует «динамику», «лексикон», «лексику», опираясь на выход с нейронной сети. А после такой обработки можно будет использовать алгоритм beam-search или какой-либо другой для улучшения качества выходного текста. Такое сочетание может привести к улучшению точности и стабильности распознавания речи.

Таким образом, выбор метода на основе нейронных сетей для реализации выпускной квалификационной работы приводит к ряду преимуществ, включая высокую точность распознавания речи, гибкость в использовании различных типов нейронных сетей (полносвязные, сверточные и рекуррентные) и возможность работы с большими объемами данных, что особенно важно для достижения хороших результатов в задачах распознавания речи.

Литература

1. Турчин В.Н., Турчин Е.В. «Марковские цепи. Основные понятия, примеры, задачи» - Днепропетровск: ЛизуновПресс, 2021г. - 192 с.
2. Хайкин Саймон, Нейронные сети. Полный курс – Вильямс, 2019г. - 1104
3. Тампель И.Б., Карпов А.А. Автоматическое распознавание речи. Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 138 с.