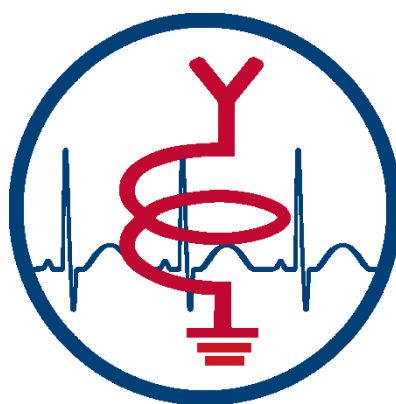




НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



АЛЬБОМ
ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ
РАБОТ 2024 года
студентов бакалавриата и магистратуры
по направлениям 11.03.01 и 11.04.01
РАДИОТЕХНИКА
(кафедра основ радиотехники)



ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ
ИМ. В.А. КОТЕЛЬНИКОВА
КАФЕДРА ОСНОВ РАДИОТЕХНИКИ

НАПРАВЛЕНИЕ «РАДИОТЕХНИКА» В «НИУ «МЭИ»

Кафедра Основ радиотехники (ОРТ), одна из старейших кафедр Национального исследовательского университета «МЭИ» (в составе МЭИ – с 1930 года) и до 1938 года была единственной кафедрой вуза, на которой велась подготовка радиоинженеров. В настоящее время кафедра ОРТ совместно с кафедрами ФОРС, РТП и АС и РТС ведет подготовку студентов бакалавриата и магистратуры по направлению **«Радиотехника»** и специалитета **«Радиоэлектронные системы и комплексы»**. Для проведения учебного процесса, в том числе, студенческих проектов, кафедра располагает учебными и научными лабораториями, оснащенными современными измерительными приборами. С 2020 г. кафедра проводит обучение студентов по очно-заочной программе магистратуры **«Киберфизические системы и интернет вещей»**.

Бакалавры и магистры направления «Радиотехника» и выпускники специальности «Радиоэлектронные системы и комплексы» ориентированы на исследования, разработку и обслуживание разнообразной радиоэлектронной аппаратуры – от бытовых радиоэлектронных приборов до сложнейших систем наземной и космической связи.

Студенты, обучающиеся по данному направлению, получают прекрасную подготовку во всех областях радиотехники, включая изучение электродинамики и распространения радиоволн в различных средах, антенн и устройств СВЧ, современной элементной базы радиотехники (интегральных микросхем, программируемых логических интегральных схем, микроконтроллеров и сигнальных процессоров), аналоговой схемотехники, цифровой обработки сигналов, устройств формирования, передачи, приема и обработки сигналов, микроэлектроники, проектирования и конструирования радиоэлектронных средств и систем. Особое внимание уделяется изучению информатики и вычислительной техники, пакетов прикладных программ схемотехнического и системотехнического моделирования.

Широкий профиль подготовки позволяет нашим выпускникам работать в различных сферах науки и техники (телевидение и радиовещание, спутниковая и сотовая связь, IT-технологии, космическое приборостроение, радиолокация и спутниковая навигация), заниматься разработкой и обслуживанием сложной радиотехнической аппаратуры и радиотехнических систем.

Область профессиональной деятельности выпускников включает исследования и разработки, направленные на создание и обеспечение функционирования устройств и систем, основанных на использовании электромагнитных колебаний и волн и предназначенных для передачи, приема и обработки информации, получения информации об окружающей среде, природных и технических объектах, а также для воздействия на природные или технические объекты с целью изменения их свойств.

Обучающиеся по данному направлению студенты проходят производственную практику и трудоустраиваются на предприятия аэрокосмического и оборонного комплекса, такие как АО ГСКБ “Алмаз-Антей”, ОАО “Российские космические системы”, ОАО РКК “Энергия”, РНИИ КП, ГК Роскосмос, ФГБУ “ВНИИРТ”; ФГУП ГМЗ “Салют”; “МНИИ “Агат”; ООО НТЦ “Юрион” и многие др.

На кафедре ОРТ студенты не только проходят обучение базовым радиотехническим дисциплинам, но также принимают участие в научно-исследовательских работах. Итогом обучения студентов является выпускная квалификационная работа, которая демонстрирует способность студента самостоятельно решать научные и прикладные задачи исследования. В альбоме представлены описания наиболее интересных выпускных квалификационных работ 2024 года бакалавров и магистров направления «Радиотехника».

Интеллектуальная система управления дорожным трафиком

Студент: Белушенко Олеся Владимировна

Научный руководитель: к.т.н. Крутских Владислав Викторович

Консультант: ассистент Ушков Андрей Николаевич

(выполнено на кафедре ОРТ)

Целью выпускной квалификационной работы является разработка системы умного светофора, предназначенного для контроля интенсивности движения потока через подключение к облачному хранилищу.

В работе проведен анализ рынка интеллектуальных систем для контроля дорожного трафика, также предоставлены результаты анализа актуальности проблем регулирования дорожного движения; разработан алгоритм для «умного светофора», а также реализована система на основе микроконтроллера ESP-32 с использованием ультразвукового датчика; предложена конструкция устройства и разработан алгоритм для обеспечения работоспособности системы; приведены натурные эксперименты с устройством и продемонстрированы результаты работы устройства.

Результатом данной работы является создание алгоритма для работы «умного светофора». Исходя из представленных данных, можно сделать вывод, что разработанная система успешно прошла тестирование и продемонстрировала свою работоспособность. Светофор способен эффективно управлять движением транспортных средств, обеспечивая своевременную смену сигналов светофора и отображение оставшегося времени для проезда потока автомобилей. Это способствует повышению безопасности на дорогах и оптимизации трафика.

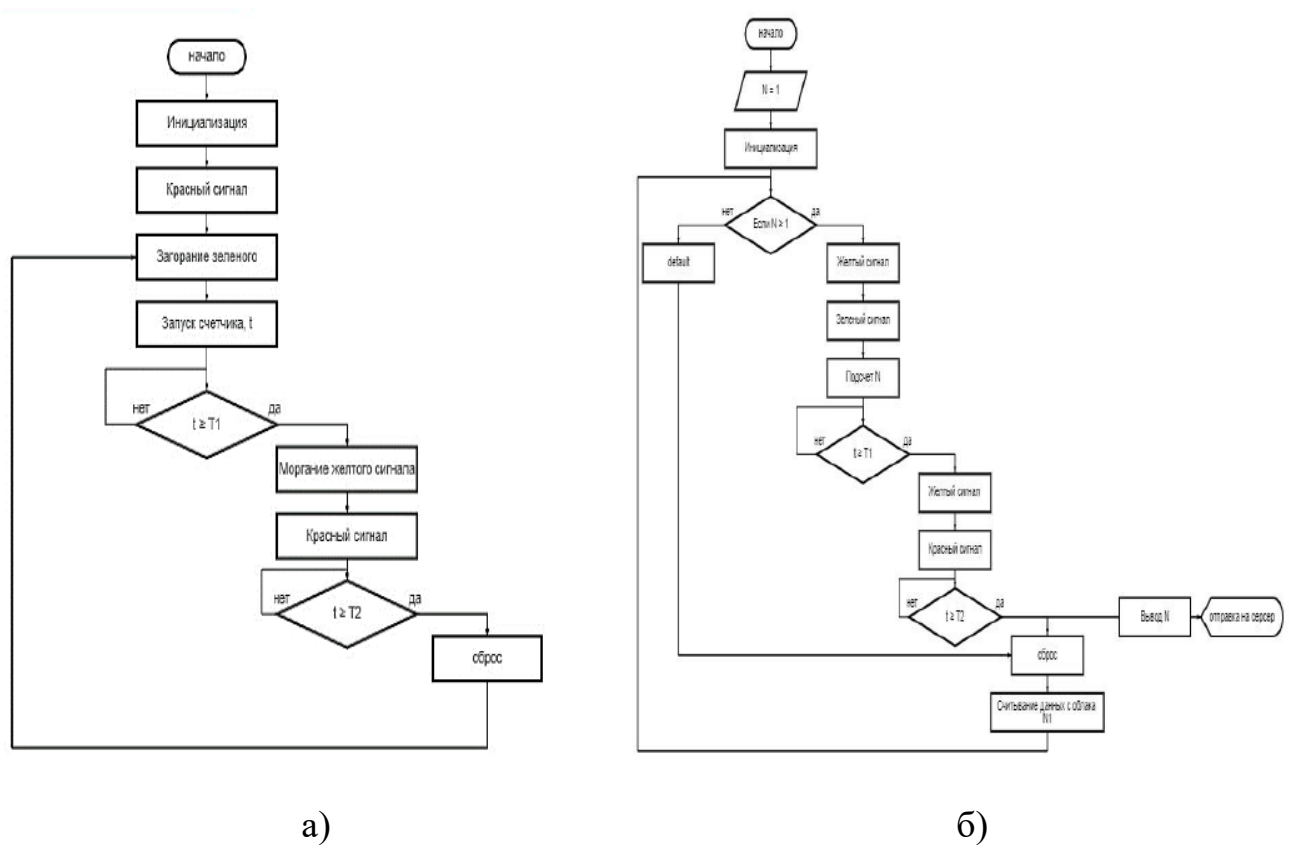


Рисунок 1 – Алгоритмы контроля дорожного трафика: а) блок-схема устройства без алгоритма отсчета; б) блок-схема устройства «умный светофор» с учетом алгоритма отсчета

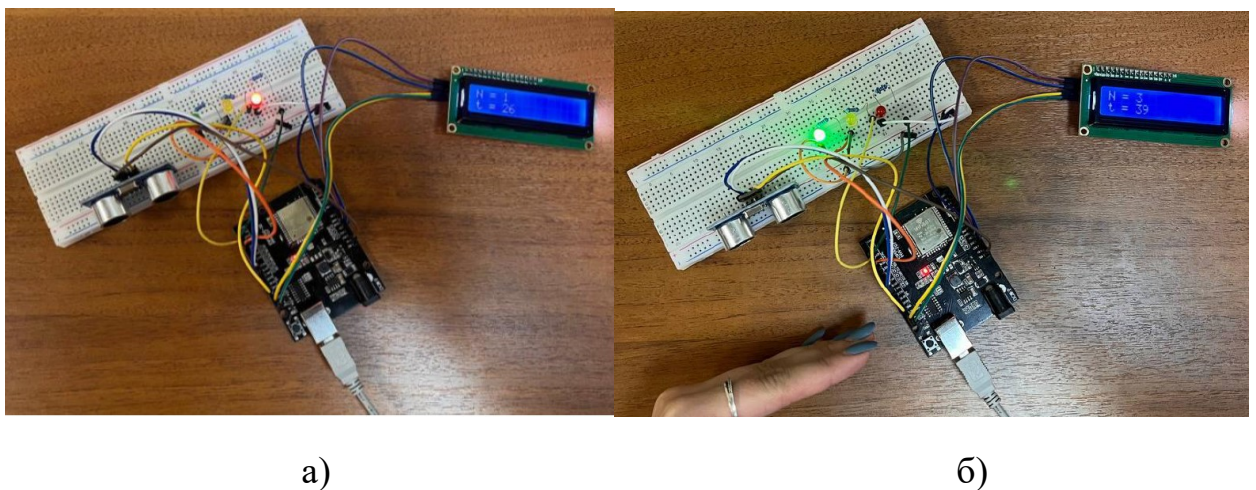


Рисунок 2 – Работа системы умных светофоров: а) красный сигнал светофора; б) зеленый сигнал светофора

Разработка оптического канала связи с подвижными объектами

Студент: Иванов Михаил Германович

Научный руководитель: д.т.н. Вытовтов Константин Анатольевич
(выполнено на кафедре ОРТ)

В результате выполнения данной выпускной квалификационной работы на соискание степени бакалавра был разработан атмосферный оптический канал связи с подвижными объектами различных типов. Особое внимание было уделено физическим принципам построения канала связи, а также учтено влияние погодных условий на параметры канала.

В работе была рассмотрена возросшая актуальность применения оптических каналов связи с подвижными объектами вследствие активного развития последних. Проведена классификация телеметрических каналов (систем) связи по наиболее существенным факторам. Проведен обзор аппаратных средств, применяемых при организации и построении канала связи.

Особое внимание уделено структуре атмосферного оптического канала связи, включая передатчик и приемник с электрооптическим и оптоэлектронным преобразователями соответственно. Рассмотрено влияние эффектов атмосферного рассеяния и дисперсии (расхождения) света на параметры пучка. Уделено внимание проблеме наведения передатчика на приемник, и предложено в качестве решения использовать оптическую антенну с управляемой диаграммой направленности.

В заключительной части работы были разработаны и рассчитаны вспомогательные системы антенны, такие как оптический дефлектор, телескопическая система линз, система фазовращателей, позволяющие в значительной степени улучшить энергетические показатели и обеспечить компенсацию набега фаз при прохождении луча в системе.

Применение предложенной оптической антенны позволяет ускорить процесс подстройки (наведения) передатчика на приемник, повысить надежность и устойчивость канала связи с подвижными объектами.

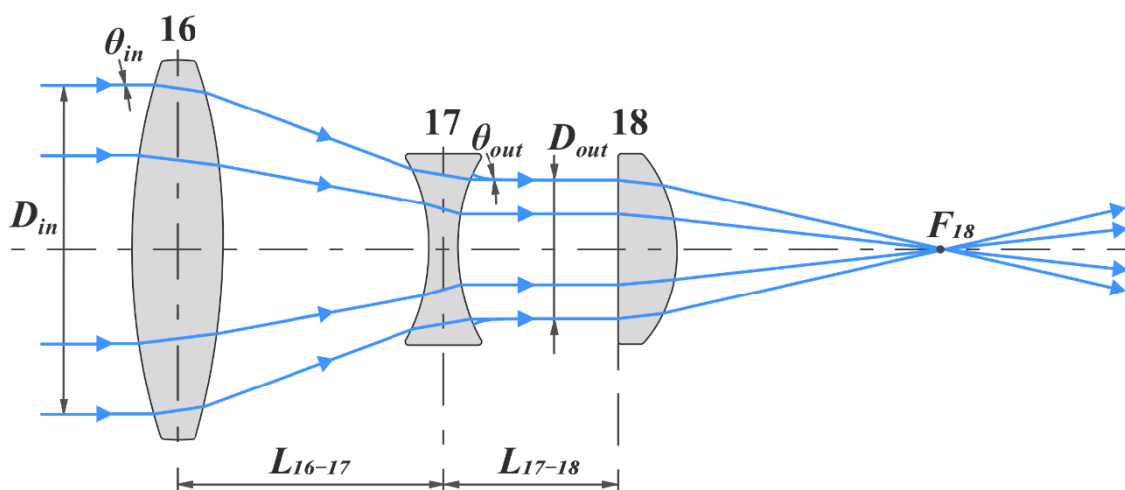


Рисунок 3 – Схема телескопической системы линз: 16 – собирающая двояковыпуклая линза, 17 – рассеивающая двояковогнутая линза, 18 – собирающая выпуклая линза

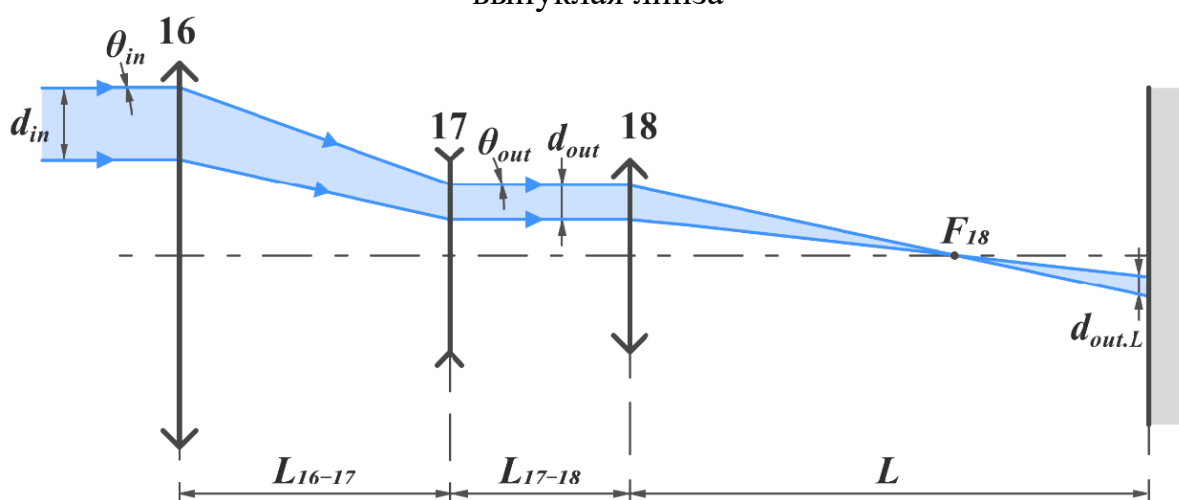


Рисунок 4 – Оценка расхождения пучка в оптической системе: 16 – собирающая двояковыпуклая линза, 17 – рассеивающая двояковогнутая линза, 18 – собирающая выпуклая линза

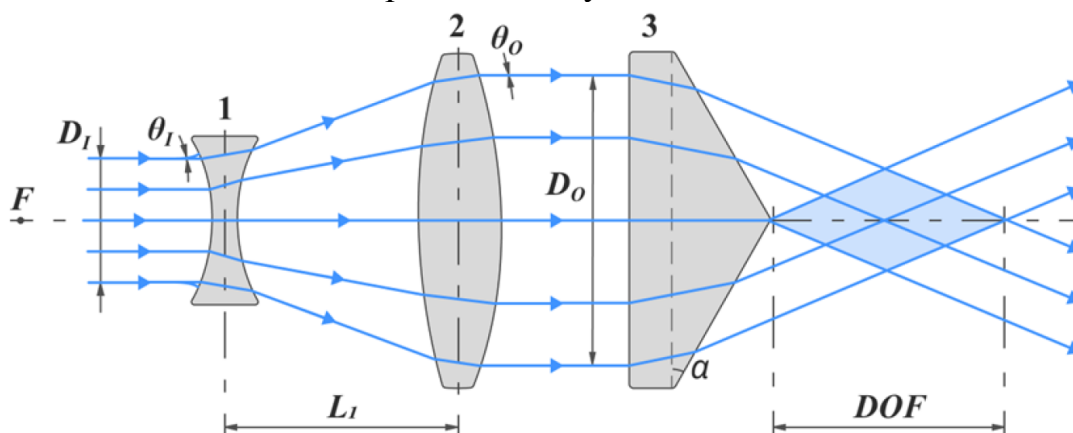


Рисунок 5 – Схема оптического дефлектора: 1 – рассеивающая двояковогнутая линза, 2 – собирающая двояковыпуклая линза, 3 – аксикон (коническая линза)

Разработка алгоритма распознавания БПЛА на мобильном устройстве

Студент: Кудлаев Андрей Дмитриевич

Научный руководитель: к.т.н. Балакин Дмитрий Александрович

(выполнено на кафедре ОРТ)

Целью выпускной квалификационной работы является создание алгоритма для распознавания БПЛА с помощью мобильного устройства под управлением операционной системы Android.

В ходе выполнения работы были проанализированы существующие решения для обнаружения БПЛА и показана актуальность их оптического обнаружения с помощью мобильного устройства, создан алгоритм и предложены пути для дальнейшей работы и его реализации, создан датасет и обозначены пути его расширения и улучшения. На различных датасетах проведены обучения моделей с разными параметрами. Исследовано влияние использованных данных и параметров обучения на итоговую модель. Получены модели, обладающие точностью $mAP50=0.882$ (или $mAP50-95=0.462$) для входного разрешения в 1280 пикселей (модель №6) и $mAP50=0.872$ (или $mAP50-95=0.455$) для входного разрешения в 1920 пикселей (модель №7). Решением компенсационной задачи между качеством и быстродействием из всех моделей предлагается использование для дальнейших разработок модели №6 (YOLOv8n) с входным разрешением 1280 пикселей, однако при расширении датасета фотографиями птиц в высоком разрешении, применении трекера и пропуска моделью-детектором части кадров видеопотока, возможно использование модели №7.

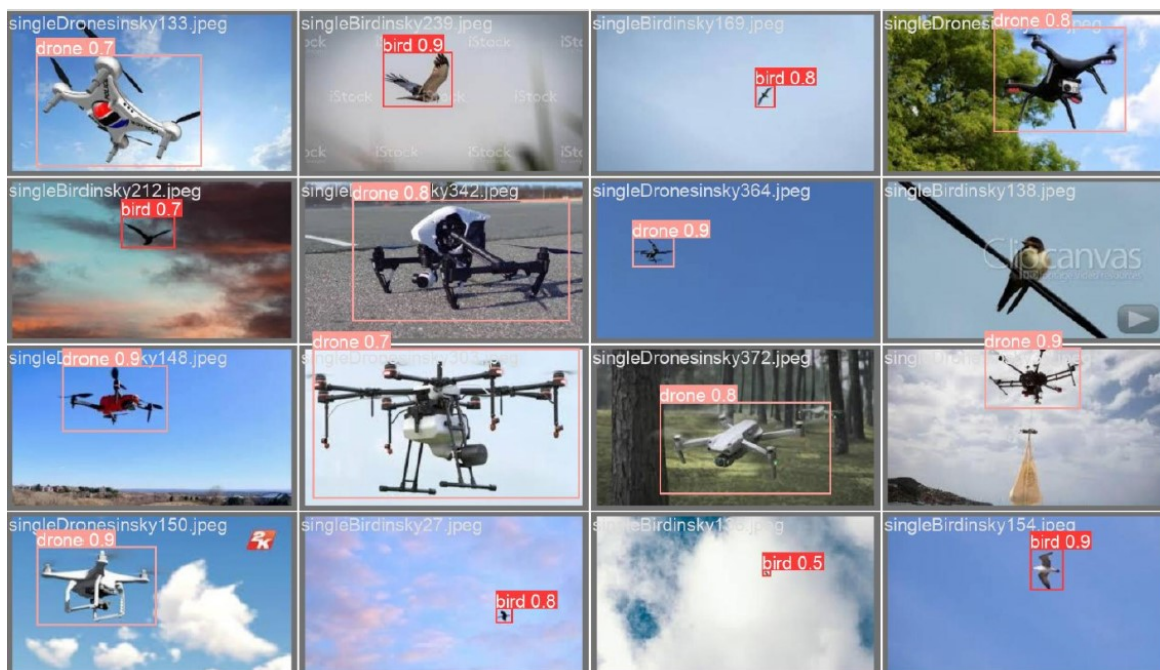


Рисунок 6 – Результаты обучения модели №1 на датасете №1



Рисунок 7 – Примеры удаленных из датасета изображений

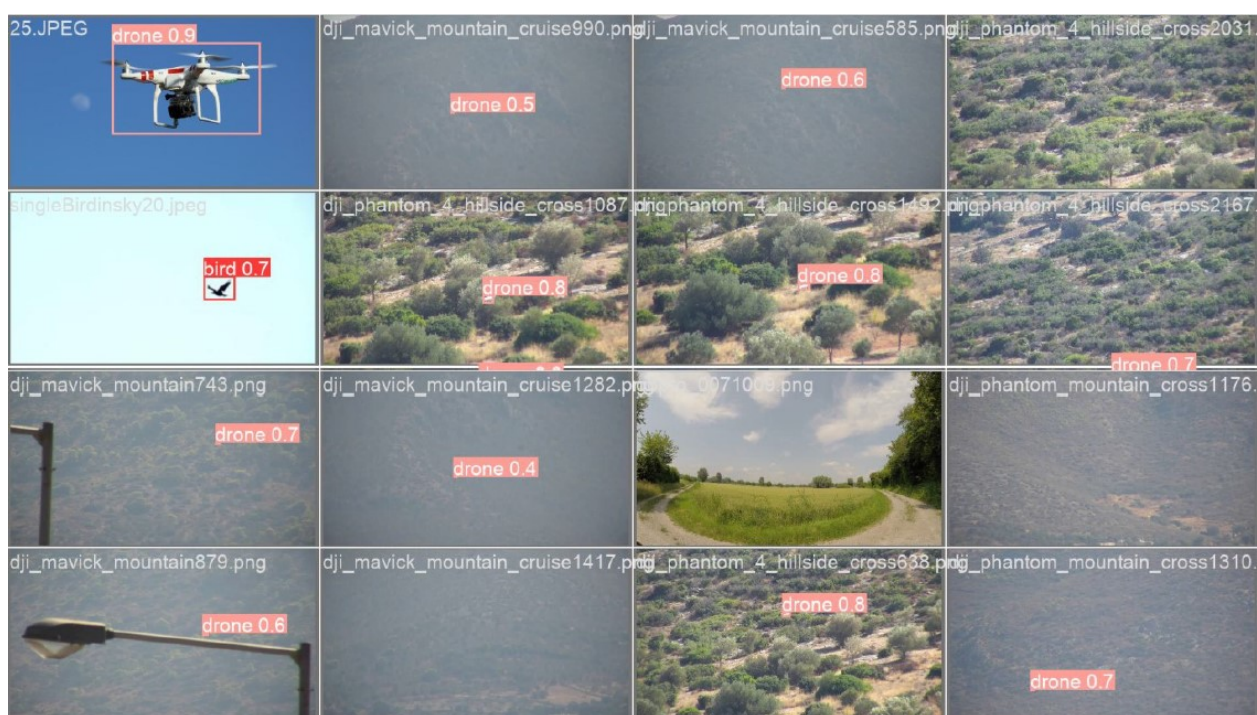


Рисунок 8 – Набор фотографий с предсказанными моделью №6 объектами

Разработка узлов системы распознавания цвета

Студент: Жданов Дмитрий Сергеевич

Научный руководитель: старший преподаватель Фланден Вячеслав Сергеевич
(выполнено на кафедре ОРТ)

В бакалаврской работе была произведена разработка высокоэффективного узла системы распознавания цвета, который позволяет точно и надежно определять цветовые характеристики объектов в режиме реального времени. В рамках этой работы были изучены и проанализированы современные подходы и технологии, используемые в системах распознавания цветов, разработаны новые методы и алгоритмы обработки данных и проведены экспериментальные исследования для оценки их эффективности.

Эксперименты, проведенные в рамках этого исследования, продемонстрировали высокую точность и надежность системы и подтвердили ее потенциал для широкого спектра применений. Важным результатом исследования стало определение оптимального расстояния для измерения цвета с учетом влияния цветовой температуры света и влияния поверхностных материалов на исследуемый цвет.

Высокая точность и надежность разработанного колориметра была подтверждена проведенными экспериментами. Используя защитную крышку для устранения воздействия внешнего света и оптимизируя расстояние до объекта с учетом типа поверхности рассматриваемого объекта, точность измерения была значительно улучшена.

В будущем стоит повысить точность измерений и учитывать внешние факторы, такие как окружающее освещение. Также можно добавить такие функции, как распознавание оттенков и распознавание различных типов поверхностей. Миниатюризация и повышенная мобильность устройств также являются важными факторами для улучшения колориметра.

Таким образом, результаты этой работы подтвердили возможность создания эффективной системы распознавания цвета.

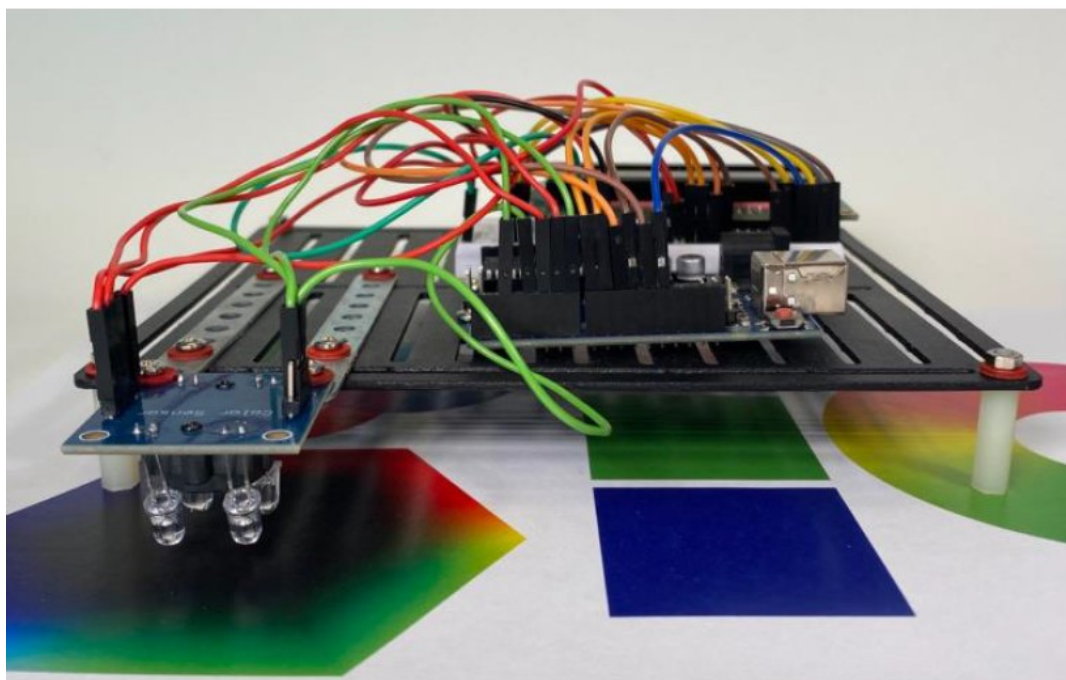
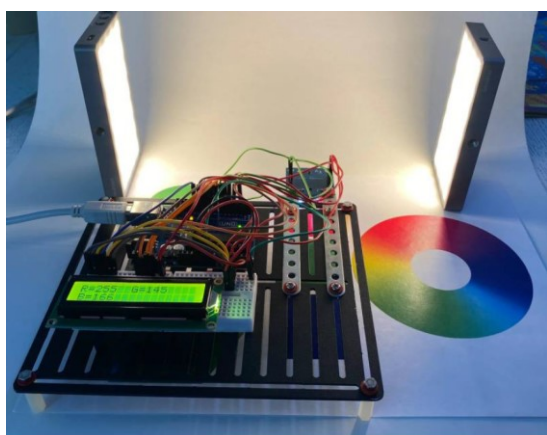
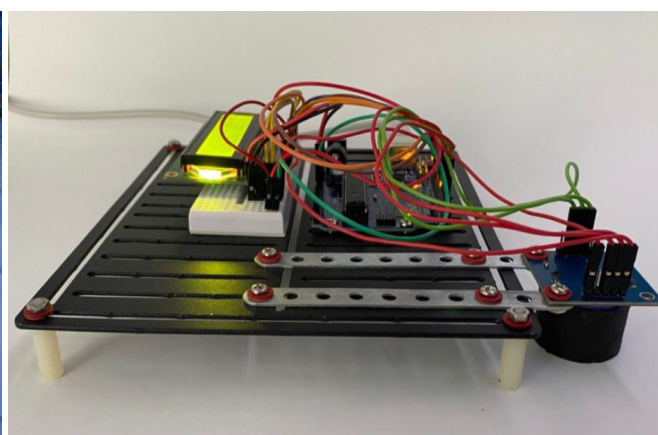


Рисунок 9 – Эксперимент 1. Выбор оптимального расстояния для исследования цвета: колориметр с шагом расстояния 2 сантиметра от датчика цвета TCS3200 до измеряемого объекта



а)



б)

Рисунок 10 – Эксперимент 2. Влияние цветовой температуры света на колориметр: а) колориметр с двумя светодиодными мини-лампами «LAOFAS»; б) колориметр с защитным чехлом, который не пропускает свет

Исследование методик применения микропроцессорного модуля на базе микроконтроллера "Комдив" в системах интернета вещей

Студент: Исаев Максим Андреевич

Научный руководитель: к.т.н. Крутских Владислав Викторович
(выполнено на кафедре ОРТ)

В процессе выполнения данной магистерской работы была выполнена разработка инструментального устройства для упрощения отладки радиотехнического устройства.

Для реализации поставленной задачи потребовалось произвести анализ рынка для выбора программируемого логического контроллера (ПЛК) инструментального устройства; изучить основы управления и программирования ПЛК; разработать программное обеспечение для инструментального устройства и для инструментального компьютера и произвести проверку полученных программ.

В качестве аппаратной платформы для инструментального устройства был выбран ПЛК Багет-ПЛК1-01 на базе микропроцессора K5500BK018. Данный ПЛК является отечественным с отечественным микропроцессором, имеет высокую производительность и работает на базе ОС Linux, что обеспечивает максимальную гибкость.

Программное обеспечение разрабатывалось на языке C# в среде выполнения mono. Была реализована программа, которая взаимодействовала с радиотехническим устройством и при этом выступала в роли сервера, с помощью которого можно управлять радиотехническим устройством с внешнего устройства.

Было разработано приложение с графическим интерфейсом на базе фреймворка Avalonia UI. Данное приложение является кроссплатформенным клиентом для разработанного сервера, поддерживаются разные операционные системы, такие как Windows, Linux, Mac OS и Android.

После завершения разработки было проведено тестирование программы для инструментального устройства и для инструментального компьютера.

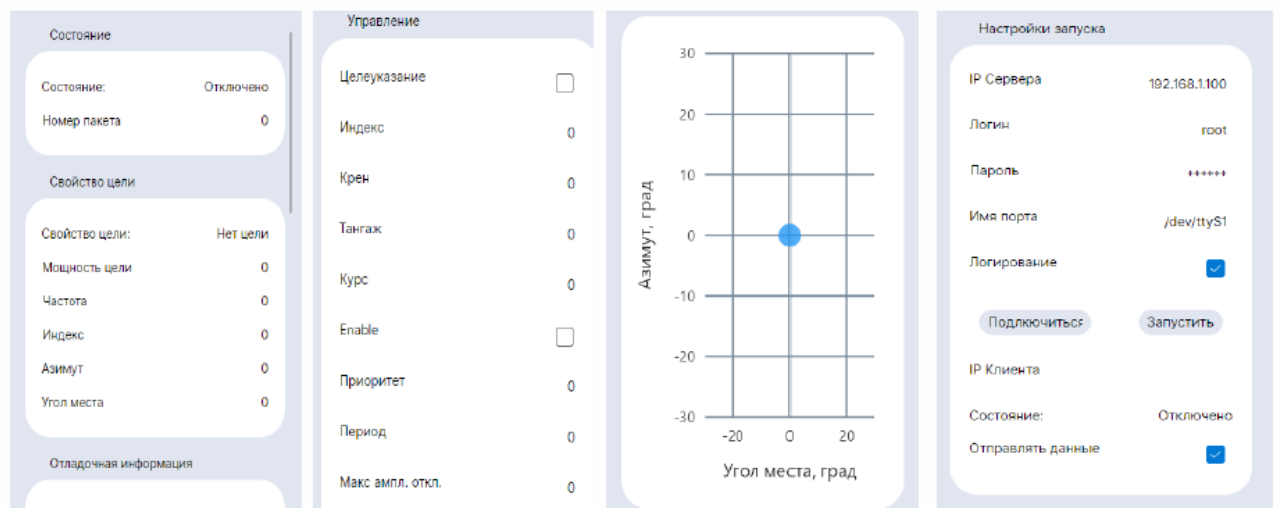


Рисунок 11 – Разработка программного обеспечения: графический интерфейс

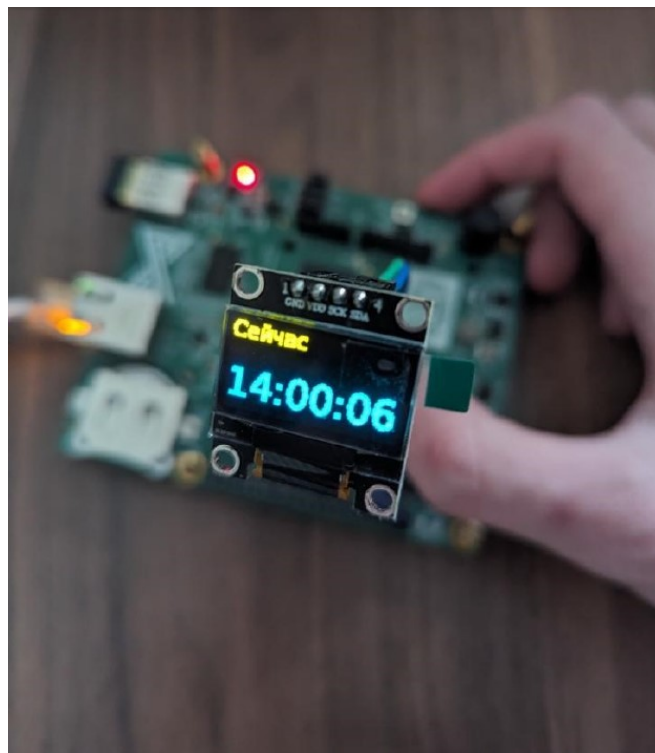


Рисунок 12 – Тестирование разработки: работа дисплея

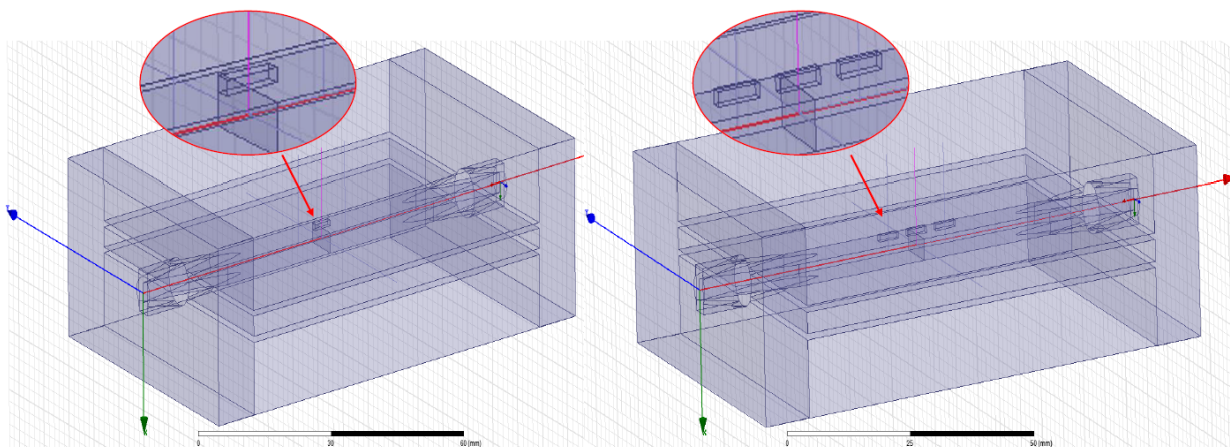
Щелевая антенная система на базе полужэкранированного диэлектрического волновода

Студент: Завитаев Денис Олегович

Научный руководитель: к.т.н. Крутских Владислав Викторович
(выполнено на кафедре ОРТ)

В магистерской работе представлена разработка и исследование щелевой антенной системы на базе полужэкранированного диэлектрического волновода (ПЭДВ). Были рассмотрены основные характеристики ПЭДВ, его конструкция и принцип работы, а также определены сферы использования. Проведен анализ антенн и антенных систем на базе ПЭДВ, которые были разработаны ранее, и исследований, связанных с ними. Были созданы цифровые двойники регулярного участка ПЭДВ, антенны на ПЭДВ с одной щелью и антенной решетки на ПЭДВ с несколькими щелями в различных конфигурациях, а также проведено их моделирование. В качестве результата данного исследования получены основные параметры антенн для рассматриваемых моделей, такие как частотные характеристики, диаграмма направленности и распределение поля и проведен их анализ.

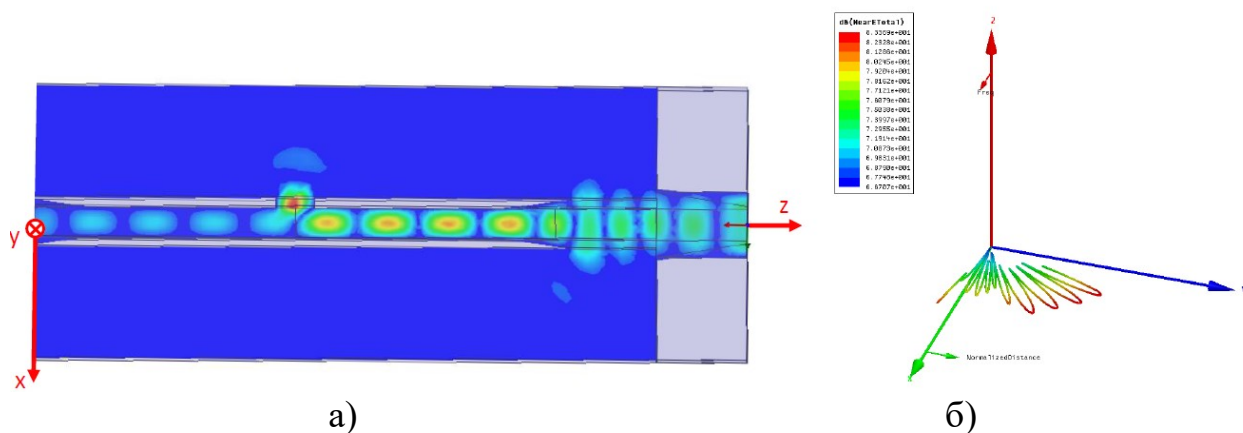
В результате работы были выполнены разработка и исследование щелевой антенной системы на ПЭДВ. Следствием моделирования разработанного цифрового двойника антенной системы были получены зависимости и диаграммы, характеризующие главные параметры антенн и антенных систем.



а)

б)

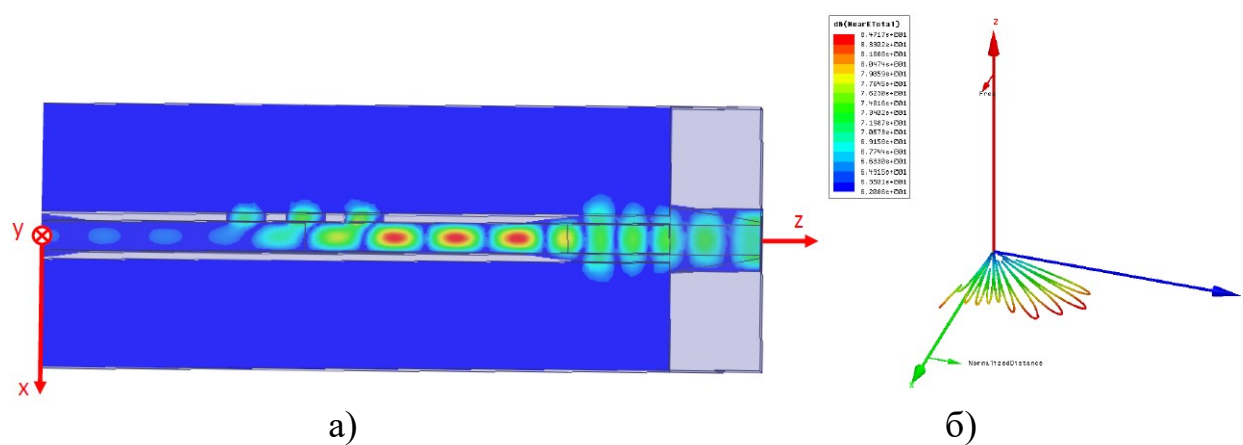
Рисунок 13 – а) цифровой двойник щелевой антенны на ПЭДВ; б) с несколькими щелями



а)

б)

Рисунок 14 – а) распределение поля Е в щелевой антенне; б) диаграмма направленности щелевой антенны



а)

б)

Рисунок 15 – а) распределение поля Е в щелевой антенной системе; б) диаграмма направленности щелевой антенной системы (ширина щели: 4,3 мм; расстояние между щелями: 2,15 мм)

Модуль дистанционного измерения температуры и влажности интегрируемого в систему управления на базе ПЛК «Мицар»

Студент: Тарасенков Артем Игоревич

Научный руководитель: к.т.н. Крутских Владислав Викторович
(выполнено на кафедре ОРТ)

В данной магистерской работе представлена разработка модуля расширения для программируемого логического контроллера (ПЛК) «Мицар». Цель работы – создать модуль, который будет совместим с моделью ПЛК «Мицар» и позволит расширить ее возможности, обеспечивая тем самым гибкость и адаптивность системы.

В ходе выполнения работы была создана эффективная система управления узлами релейных модулей, обеспечивающая высокую точность и надежность. Были разработаны все компоненты системы: узлы релейных модулей, гальванически развязанные входы, блок переключения режимов ввод/вывод и модуль процессора управления на базе AtMega328P. Также была разработана печатная плата модуля расширения, что позволяет значительно увеличить функциональность системы и расширить ее возможности. Разработанная система является эффективным инструментом управления узлами релейных модулей с выходом 220В/5А и индикацией состояния, предоставляющим дополнительные функции благодаря модулю расширения.

Помимо всего вышесказанного был разработан дистанционный модуль измерения температуры, который позволяет контролировать температуру на расстоянии. Модуль реализован с помощью радиомодуля NRF24L01. Преимуществами разработанного модуля являются простота его использования, возможность удаленного контроля температуры, а также относительно низкая стоимость. Данный модуль может быть использован в различных сферах, где требуется контроль температуры на расстоянии, например, в сельском хозяйстве, промышленности и научных исследованиях.

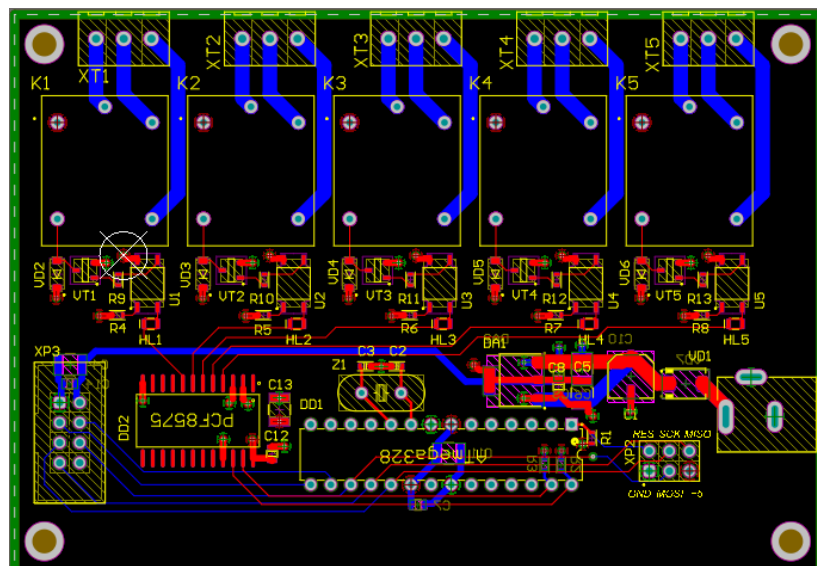


Рисунок 16 – Трассировка печатной платы в Altium Designer

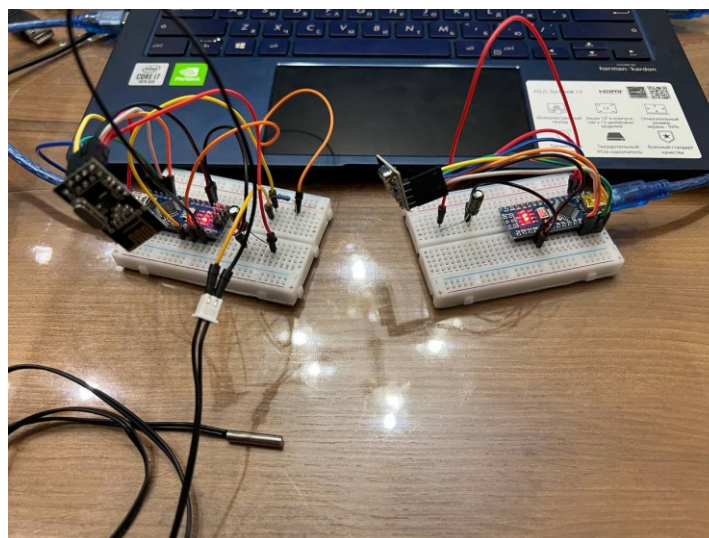


Рисунок 17 – Макетные образцы приемника и передатчика модуля дистанционного измерения температуры

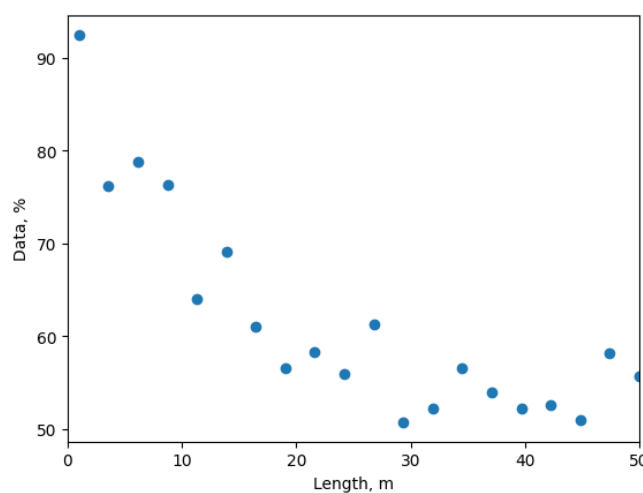


Рисунок 18 – Зависимость потерь данных от расстояния между приемником и передатчиком

Программно-аппаратное обеспечение системы «Умный дом»

Студент: Чернецкий Григорий Константинович

Научный руководитель: к.т.н. Стрелков Николай Олегович
(выполнено на кафедре ОРТ)

В данной работе был разработан прототип системы "умный дом" на основе технологии интернета вещей (IoT).

Исследование охватило все ключевые аспекты создания системы, включая: анализ существующих решений и технологий; разработка программного обеспечения; тестирование и оценка.

В магистерской работе был проведен глубокий анализ существующих систем "умного дома" и технологий IoT, выявлены их преимущества и недостатки, определены основные требования к разрабатываемой системе; разработана многоуровневая архитектура системы, включающая сенсоры, актуаторы, центральный контроллер; определены ключевые функции системы: управление освещением, температурой, безопасностью, мультимедийными устройствами, интеграция с другими системами. Было разработано программное обеспечение для управления системой "умного дома", включая протоколы обмена данными и алгоритмы обработки информации, а также проведено тестирование разработанного прототипа в реальных условиях. Полученные результаты показали приемлемую эффективность и надежность системы.

Разработанный прототип является практическим примером реализации инновационных решений в области IoT. Полученные в ходе исследования результаты могут быть использованы для создания новых систем "умного дома", а также для развития технологий IoT в других областях.

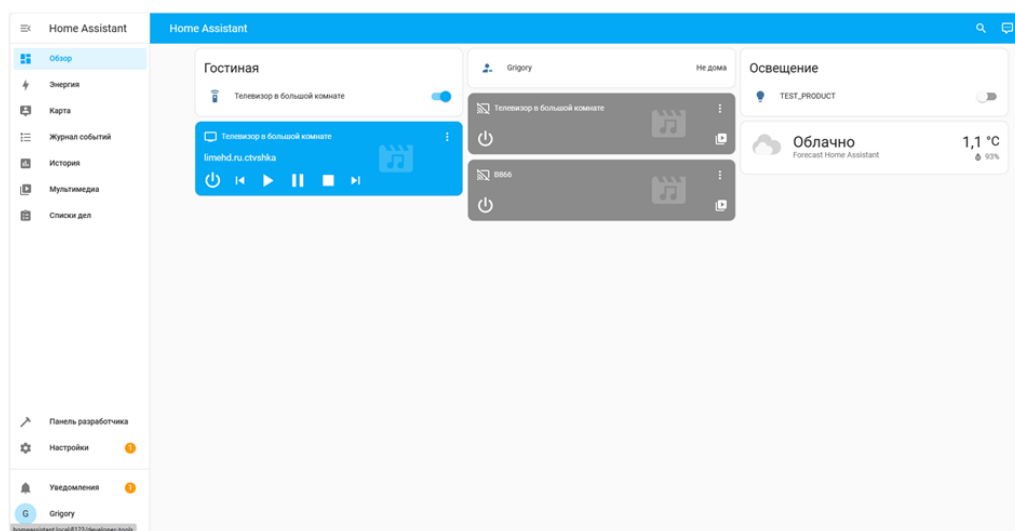


Рисунок 19 – Серверная часть: панель управления Home Assistant

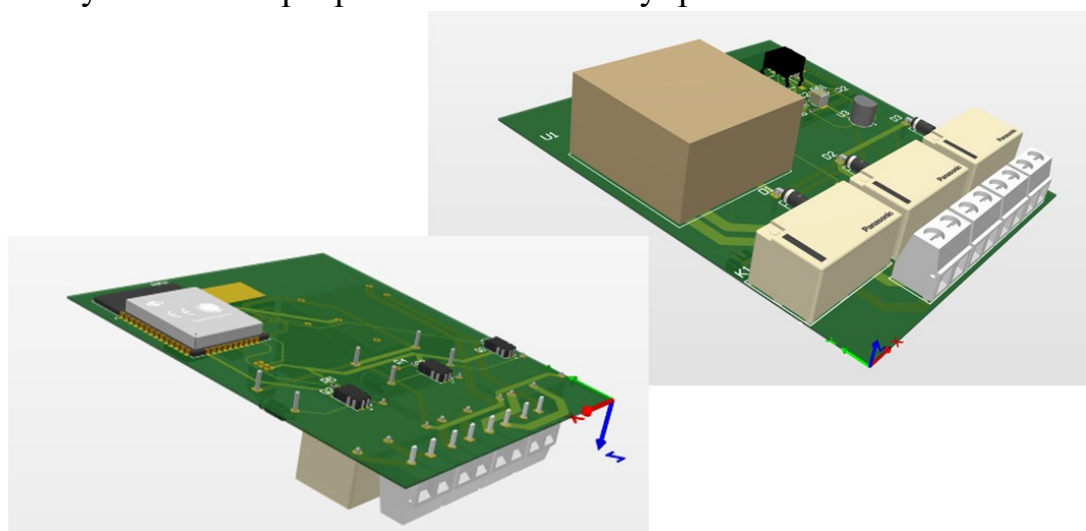


Рисунок 20 – Прототип оконечного устройства: изометрическая визуализация платы



Рисунок 21 – Прототип оконечного устройства: вид корпуса устройства