

Микроконтроллер, связанный с сервером склада, подает дискретные сигналы на программируемый логический контроллер (ПЛК), и получает дискретные сигналы обратной связи. ПЛК связан с драйверами серводвигателей по интерфейсу RS-485. Обратная связь осуществляется при помощи встроенных в серводвигатели энкодеров (датчиков угла поворота). Также к ПЛК подключены датчики цветной метки и ультразвуковые датчики.

В соответствии с алгоритмом системы автоматического управления при обнаружении препятствия беспилотная тележка снизит скорость, либо остановится. Для этого на бампере беспилотной тележки с двух сторон расположены ультразвуковые датчики (рис. 2).

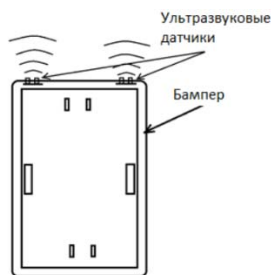


Рис. 2. Схема тележки с ультразвуковыми датчиками

В целом следует резюмировать, что беспилотный транспорт представляет собой инновационную и перспективную область развития, однако для его успешного внедрения необходимо решить ряд существующих проблем и вызовов. Работа над улучшением безопасности, разработка новых типов управления позволит создать благоприятные условия для развития беспилотного транспорта и его успешного использования в различных отраслях экономики.

Л и т е р а т у р а

1. Патент на полезную модель ВУ 12995, Респ. Беларусь, МПК G01C21/04. Устройство ориентации и навигации тележки мобильного робота при его перемещении по горизонтальной поверхности в заданном помещении / Шуть В. Н., Ляшук Н. У., Колядич И. В., Василюк Е. В., Заречный Я. О., Заречный А. О., Монтик Н. С., Бойко А. В., Николайчик И. С. ; заявитель и патентообладатель ООО «Фина».
2. Патент ВУ 13516, Респ. Беларусь, МПК G01C21/04. Устройство ориентации и навигации тележки мобильного робота при его перемещении по горизонтальной поверхности в заданном помещении / Шуть В. Н., Василюк Е. В., Туз И. С., Тарасевич М. Д., Швецова Е. В. ; заявитель и патентообладатель Брест. гос. техн. ун-т.

РАЗРАБОТКА USB-НАКОПИТЕЛЯ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ WI-FI ДОСТУПА

П. В. Травничева, К. А. Нестерович

*Витебский государственный университет имени П. М. Машерова,
Республика Беларусь*

Рассмотрен процесс проектирования и реализации многофункционального USB-накопителя, способного работать как в режиме классического флеш-устройства, так и в режиме беспроводного доступа к данным по Wi-Fi. Основное внимание уделено вопросам аппаратной реализации, программной архитектуры и организации переключения режимов работы.

Ключевые слова: ESP32-S3, Wi-Fi, SD-MMC, ESP-IDF, веб-сервер.

DEVELOPMENT OF A USB DRIVE WITH WI-FI ACCESS CAPABILITY

P. V. Travnicheva, K. A. Nesterovich

Vitebsk state university named after P. M. Masherov, Republic of Belarus

The paper discusses the design and implementation of a multifunctional USB storage device capable of operating both as a traditional flash drive and as a wireless data access device via Wi-Fi. The main attention is paid to hardware implementation, software architecture, and the organization of mode switching.

Keywords: ESP32-S3, Wi-Fi, SD-MMC, ESP-IDF, web-server.

В современных условиях цифровизации все большее значение приобретают мобильные и автономные устройства хранения информации. Обычные USB-накопители обеспечивают высокую скорость обмена, но ограничены физическим подключением. В то же время облачные хранилища требуют постоянного интернет-доступа и зависят от внешней инфраструктуры. Поэтому актуальной задачей является создание компактного накопителя, совмещающего оба подхода – возможность локального обмена данными через USB и беспроводного доступа по Wi-Fi без подключения к внешним сетям. Такое решение особенно востребовано в промышленной автоматике, где требуется быстрое обновление и диагностика файловых данных оборудования.

Цель работы заключалась в разработке компактного универсального накопителя, способного функционировать как стандартная USB-флешка и как автономный Wi-Fi сервер для обмена файлами.

Методика проектирования включала три основных этапа:

1. Аппаратное проектирование. В качестве основной вычислительной платформы выбран микроконтроллер ESP32-S3 [1], обладающий встроенными интерфейсами USB OTG и Wi-Fi 2.4 ГГц. Для хранения данных использовалась SD-карта, подключенная по SD-MMC интерфейсу, обеспечивающему высокую скорость чтения и записи. Также реализована схема выбора режима работы – USB или Wi-Fi – в зависимости от состояния подключений и команд пользователя;

2. Программная реализация. Разработка программной части выполнена с использованием среды ESP-IDF [2], предоставляющей низкоуровневый доступ к периферии и сетевым стекам. В режиме USB Mass Storage микроконтроллер эмулирует съемный диск, предоставляя компьютеру прямой доступ к файлам SD-карты. В режиме Wi-Fi устройство поднимает точку доступа и веб-сервер, реализованный на основе HTTP-сервиса ESP-IDF. Через встроенный веб-интерфейс пользователь может просматривать содержимое SD-карты, загружать, удалять, переименовывать просматривать файлы и папки;

3. Тестирование и оценка результатов. Проведено экспериментальное тестирование работы накопителя при переключении режимов. Проверена корректность монтирования устройства в операционных системах Windows 7/10/11, Linux, MacOS, а также стабильность передачи данных по Wi-Fi. Средняя скорость обмена через USB составила до 1.5 МБ/с, а при работе через Wi-Fi – до 3 МБ/с, что соответствует типичным значениям для встроенных систем на ESP32. В процессе испытаний подтверждена корректность работы файловой системы FAT32 [3] при динамическом отключении и подключении, а также надежность механизма переключения режимов без повреждения данных.

Полученные результаты показывают, что использование микроконтроллера ESP32-S3 позволяет реализовать двухрежимное устройство хранения с минимальными аппаратными затратами и гибкой программной архитектурой. Такое решение может применяться в промышленном оборудовании, станках и стойках с ЧПУ и системах обмена технологической информацией.

Разработан функциональный прототип USB Wi-Fi накопителя, сочетающий преимущества традиционных и облачных способов хранения данных. Реализованная архитектура демонстрирует возможность создания компактных и надежных систем локального и удаленного доступа без использования сторонних сервисов. Перспективным направлением дальнейших исследований является оптимизация скорости чтения и записи информации.

Литература

1. «Espressif Systems. ESP32-S3 Technical Reference Manual». – URL: <https://www.espressif.com/-en/support/documents/technical-documents> (дата обращения: 11.10.2025).
2. «Espressif Systems. ESP-IDF Programming Guide». – URL: <https://docs.espressif.com/projects/esp-idf> (дата обращения: 12.10.2025).
3. «FatFs – Generic FAT Filesystem Module». – URL: <https://elm-chan.org/fsw/ff/> (дата обращения: 12.10.2025).

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ К СТРУКТУРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

А. П. Макаева, О. Н. Шишова

Белорусско-Российский университет, г. Могилев, Республика Беларусь

Цель исследования – выделить основные методы многокритериальной оптимизации и обосновать их ведущую роль в теории и практике принятия решений применительно к задаче структурной оптимизации технологических процессов. На основе анализа научной литературы и примера из статьи Кляус и Жолобова рассмотрены метод главного критерия, метод свертывания критериев, метод последовательных уступок, метод Парето-оптимальности и методы, основанные на функции полезности. Показано, что их универсальность и простота применения обеспечивают фундаментальное значение для инженерных задач. Использование данных подходов при выборе технологических схем обработки отверстий позволяет учитывать как производительность, так и энергозатраты, а также формализовать экспертные предпочтения.

Ключевые слова: многокритериальная оптимизация, метод главного критерия, метод свертывания критериев, метод последовательных уступок, Парето-оптимальность, компенсаторные методы.

BASIC METHODS OF MULTICRITERIA OPTIMIZATION AND THEIR APPLICATION TO STRUCTURAL OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

A. P. Makayeva, O. N. Shishova

Belarusian-Russian University, Mogilev, Republic of Belarus

The purpose of this study is to identify the main methods of multi-criteria optimization and to justify their leading role in the theory and practice of decision-making in relation to the problem of structural optimization of technological processes. Based on an analysis of scientific literature and an example from the article by Klyaus and Zholobov, the main criterion method, the method of