

Технологической основой разработки выбрана платформа *ASP.NET Core*, отличающаяся высокой производительностью, безопасностью и кроссплатформенностью. Для взаимодействия с базой данных используется *Entity Framework Core*, обеспечивающий удобное управление данными и поддержку миграций. В качестве системы управления базами данных применен *Microsoft SQL Server*, обладающий стабильностью, надежностью и широкими возможностями масштабирования [1].

Пользовательский интерфейс реализован с использованием *Bootstrap*, что позволяет обеспечить современный адаптивный дизайн, корректное отображение на различных устройствах и удобство работы с системой как на настольных компьютерах, так и на планшетах и смартфонах. Для визуализации аналитических данных применяется *Chart.js*, позволяющая строить наглядные графики и диаграммы, отражающие динамику расхода топлива, пробегов, ремонтов и других показателей.

Разработка и внедрение информационно-аналитической системы позволяет существенно повысить экономическую эффективность эксплуатации автопарка. За счет автоматизации учета и контроля технического состояния транспортных средств снижается вероятность ошибок и злоупотреблений, связанных с использованием топлива и пробегов. Анализ данных в режиме реального времени позволяет выявлять неэффективное использование автотранспорта, оптимизировать маршруты движения и планировать техобслуживание таким образом, чтобы минимизировать простои техники [2].

Экономический эффект от внедрения системы проявляется в сокращении расходов на топливо, снижении затрат на внеплановые ремонты, уменьшении времени простоя техники и повышении эффективности использования персонала. Внедрение такой системы способствует повышению прозрачности управленческих процессов и формированию единой базы данных, доступной всем заинтересованным подразделениям [3].

Л и т е р а т у р а

1. Паньков, А. В. Разработка информационных систем на платформе .NET / А. В. Паньков. – Минск : Новое знание, 2021. – 320 с.
2. Жданов, П. С. Информационные технологии в управлении автопарком / П. С. Жданов. – М. : Наука и образование, 2020. – 278 с.
3. Назаренко, В. Г. Цифровизация транспортных процессов и ее влияние на эффективность предприятий / В. Г. Назаренко // Современные технологии в промышленности. – 2023. – № 4. – С. 55–63.

УПРАВЛЕНИЕ ВЫВОДОМ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА СВЕТОДИОДНЫЕ МАТРИЦЫ БЕЗ ПРИМЕНЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ

Е. А. Черкас, В. В. Комраков

Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Республика Беларусь

Рассмотрено проектирование программно-аппаратного комплекса для вывода изображений на одну светодиодную матрицу с применением микроконтроллера ESP-32.

Ключевые слова: вывод изображения, программно-аппаратный комплекс, светодиодная матрица, микроконтроллер ESP-32.

CONTROL OF IMAGE OUTPUT TO LED MATRICES WITHOUT THE USE OF DISTRIBUTED SYSTEMS

E. A. Cherkas, V. V. Komrakov

Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus

This paper discusses the design of a hardware and software system for displaying images on a single LED matrix using the ESP32 microcontroller.

Keywords: image output; hardware and software complex; LED matrix; ESP-32 microcontroller.

Современные информационные технологии все активнее используют светодиодные матрицы для отображения визуального контента. Такие устройства находят применение в системах навигации, рекламных установках, образовательных и промышленных комплексах. Однако большинство существующих решений базируется на распределенных системах управления, что усложняет разработку, повышает требования к сетевой инфраструктуре и увеличивает стоимость внедрения. В связи с этим актуальной задачей является создание локализованного решения, позволяющего управлять выводом изображения на светодиодные матрицы без применения распределенных систем. Такой подход обеспечивает простоту эксплуатации, снижение аппаратных затрат и повышение надежности работы.

Для реализации системы управления выводом изображения на светодиодные матрицы была выбрана интегрированная среда разработки *Arduino IDE*. В качестве аппаратной платформы использован микроконтроллер *ESP32*, обладающий высокой производительностью, встроенными интерфейсами (*SPI*, *PC*, *UART*) и поддержкой беспроводной связи *Wi-Fi/Bluetooth*, что делает его универсальным решением для задач отображения графической информации. Данный инструмент предоставляет широкий спектр возможностей для создания приложений, работающих с аппаратными интерфейсами и графическими библиотеками. В качестве языка программирования использован *C++*, что обеспечивает высокую производительность и прямой доступ к низкоуровневым функциям управления портами ввода-вывода. Для формирования графического интерфейса оператора применяются библиотеки *Qt*, позволяющие создавать удобные панели управления и визуализировать состояние системы в реальном времени. Такой выбор инструментов обеспечивает баланс между гибкостью разработки и эффективностью работы конечного приложения.

Разработанная система управления построена по трехуровневой модели:

- уровень представления – графический интерфейс, реализованный на базе *Qt*, обеспечивает оператору возможность выбора изображений, настройки параметров вывода (яркость, скорость обновления, режим отображения) и контроля состояния матрицы;

- уровень логики – программные модули на *C++* выполняют обработку команд пользователя, преобразование изображений в формат, совместимый с конкретной светодиодной матрицей, а также управление последовательностью передачи данных;

- уровень данных – локальное хранилище (файловая система или простая база данных *SQLite*), где сохраняются изображения, шаблоны и настройки. Отсутствие распределенной архитектуры позволяет исключить сетевые задержки и повысить устойчивость системы к сбоям.

Архитектура приложения представлена на рис. 1.



Рис. 1. Архитектура приложения

Представленная архитектура демонстрирует модульное разделение системы на три функциональных уровня, что позволяет упростить разработку, сопровождение и масштабирование приложения. Пользователь взаимодействует с системой через графический интерфейс, где выполняется выбор изображения и настройка параметров. Далее управляющие команды передаются в программную логику, которая выполняет преобразование данных и управляет процессом вывода. Готовые данные сохраняются или загружаются из локального хранилища, что исключает необходимость сетевой инфраструктуры и обеспечивает автономную работу системы. Такой подход повышает надежность и делает систему независимой от внешних серверов и распределенных систем управления.

Разработанное решение для управления выводом изображения на светодиодные матрицы без применения распределенных систем демонстрирует высокую эффективность и простоту эксплуатации. Оно может быть использовано в образовательных учреждениях, на промышленных объектах, в рекламных и информационных установках. В отличие от аналогичных решений, основанных на распределенных системах (например, *Screenly* или *Yodeck*), предложенный подход не требует сложной сетевой инфраструктуры и обеспечивает более высокую надежность при локальной эксплуатации. Однако вывод на несколько матриц одного изображения затруднен. Для этого необходимо разработать распределенную систему для вывода изображений на несколько матриц.

Литература

1. Петросян, А. В. Встраиваемые микрокомпьютерные системы управления / А. В. Петросян. – М. : БХВ-Петербург, 2018. – 384 с.
2. Espressif Systems. ESP32 Technical Reference Manual. – URL: <https://docs.espressif.com/> (date of access: 10.10.2025).
3. PxMatrix LED MATRIX library for ESP8266, ESP32. – URL: <https://github.com/2dom/PxMatrix> (date of access: 10.10.2025).