

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].

Литература

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 рас-

пределенных 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.

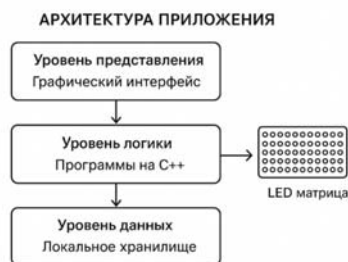


Рис. 1. Архитектура приложения

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).

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ХОЛОДИЛЬНОЙ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

Я. А. Поливач, В. И. Токочаков

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

Представлена разработка компьютерной модели холодильной компрессорной станции с интегрированной системой рекуперации отводимого тепла и обзор соответствующих программных средств для ее реализации. Математическая модель основана на термодинамическом балансе основных узлов компрессорной станции, включая компрессор, конденсатор, испаритель и теплообменник-рекуператор. Для численного решения были использованы языки Modelica и MATLAB/Simulink, а также пакеты EES и COMSOL Multiphysics. В качестве примера моделирования рассмотрен типовой промышленный случай, показавший повышение общей энергетической эффективности установки на 12 % за счет утилизации низкопотенциального тепла от конденсации и охлаждения масла.

Ключевые слова: холодильная компрессорная станция, рекуперация тепловой энергии, термодинамическая модель, Modelica, MATLAB/Simulink, EES, COMSOL Multiphysics.

COMPUTER MODEL AND SOFTWARE TOOLS FOR SIMULATING THE OPERATION OF A REFRIGERATION COMPRESSOR STATION WITH HEAT RECOVERY

Y. A. Polivach, V. I. Tokochakov

Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus

This paper presents the development of a computer model of a refrigeration compressor station with an integrated waste heat recovery system and provides an overview of the relevant software tools for its implementation. The mathematical model is based on the thermodynamic balance of the main units of the compressor station, including the compressor, condenser,