

СИСТЕМА УДАЛЁННОГО СБОРА И ОБРАБОТКИ ТЕЛЕМЕТРИИ

Пожилов А.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Дворникова Т.Н. – ст. преподаватель, магистр техн. наук

Аннотация. Рассматривается разработка системы удалённого сбора и обработки телеметрии. Приведено обоснование выбора элементной базы на основе высокопроизводительного SoC *i.MX 8M Plus* и LTE-модуля *Quectel EG25-G*. Описана модульная архитектура устройства, включающая интерфейсы CAN и Ethernet, а также программное обеспечение на базе *Qt* для клиентской части и *Linux* для встраиваемого сервера. Представлены результаты тестирования, подтверждающие стабильность работы при высоких нагрузках, и экономическое обоснование, демонстрирующее рентабельность разработки.

Ключевые слова: телеметрия, система сбора данных, *CAN*, *Ethernet*, *i.MX 8M Plus*, встраиваемые системы.

Введение

В современной промышленности, энергетике и на транспорте остро стоит вопрос автоматизации процессов мониторинга оборудования. Системы удалённого сбора телеметрии позволяют получать, анализировать и передавать данные в реальном времени. Анализ существующих решений, таких как *CANedge3* и *Advantech UTX-3115*, выявил потребность в более гибких и экономически выгодных устройствах, сочетающих поддержку современных интерфейсов (*CAN*, *Ethernet*) с возможностью модернизации и локального хранения данных.

Аппаратная архитектура

Центральным элементом разрабатываемого терминала является высокопроизводительный системный чип *i.MX 8M Plus* от *NXP Semiconductors*. Он объединяет четыре ядра *Cortex-A53* (до 1.8 ГГц) и одно ядро *Cortex-M7*, что позволяет эффективно выполнять сложные вычислительные задачи и задачи реального времени. Широкий диапазон рабочих температур (от -40 до +105 °C) делает его пригодным для эксплуатации в сложных промышленных условиях.

Для обеспечения беспроводной связи выбран LTE-модуль *Quectel EG25-G*, поддерживающий сети 4G LTE Cat 4 и имеющий встроенный модуль GPS/ГЛОНАСС. Локальное хранение данных организовано на *microSD*-карте *SanDisk Extreme Pro* (до 90 МБ/с), что гарантирует сохранность информации при потере связи с сервером.

Структурная схема системы удалённого сбора и обработки телеметрии представлена на рисунке 1.

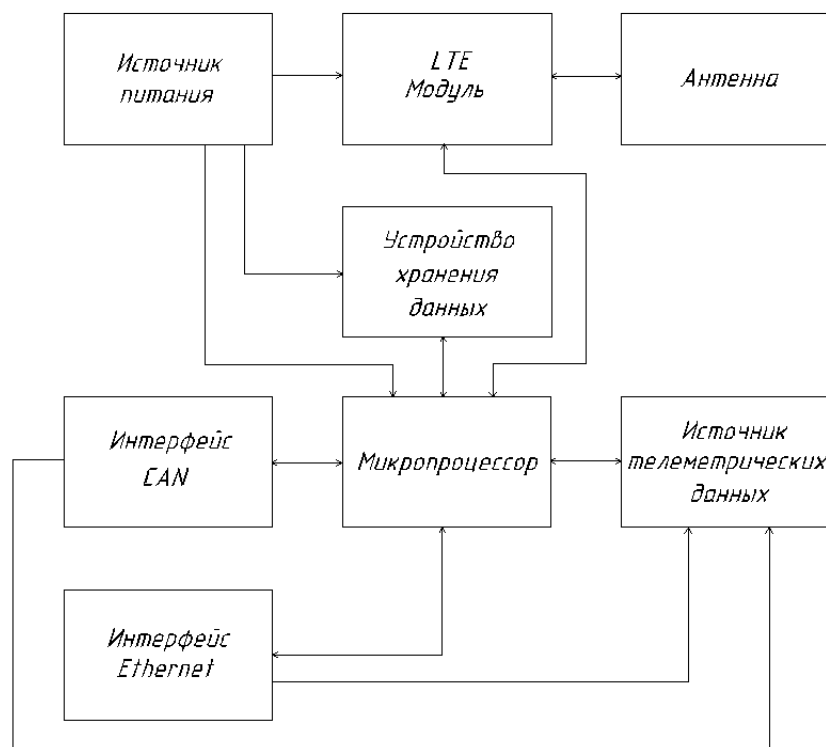


Рисунок 1 – Схема электрическая структурная

Разрабатываемая система удалённого сбора и обработки телеметрии состоит из следующих блоков:

- микропроцессор: центральный элемент системы, отвечающий за сбор, обработку и передачу данных;
- *LTE*-модуль: обеспечивает передачу данных через сети *4G LTE*;
- устройство хранения данных: используется для локального хранения телеметрической информации;
- интерфейс *CAN*: обеспечивает подключение к промышленным шинам *CAN*;
- интерфейс *Ethernet*: обеспечивает подключение к локальным сетям;
- источник питания: обеспечивает стабильное энергоснабжение всех компонентов системы;
- антенна: отвечает за приём и передачу сигналов *LTE*.

Программное обеспечение

Программное обеспечение разработано на языке C++ с использованием фреймворка *Qt*. Для серверной части, работающей на платформе *i.MX 8M Plus* под управлением *Linux* (сборка через *Yocto Project*), реализованы модули захвата и фильтрации трафика. Фильтрация *CAN*-фреймов осуществляется по идентификаторам, а *Ethernet*-пакетов – по *MAC* и *IP*-адресам.

Клиентское приложение обеспечивает аутентификацию пользователя, отображение данных в реальном времени, управление конфигурацией фильтров и мониторинг статуса интерфейсов. Для обеспечения безопасности используется шифрование канала связи (*SSL*).

Результаты и экономическая эффективность

Проведённые испытания подтвердили работоспособность терминала при высоких нагрузках: устройство стабильно обрабатывает до 10 000 *CAN*-фреймов и 5 000 *Ethernet*-пакетов в секунду. При потере связи данные сохраняются в локальном хранилище с последующей передачей при восстановлении соединения.

Экономическое обоснование показало, что рентабельность инвестиций (*ROI*) в разработку и производство терминала составляет 20,54%, что делает проект привлекательным для внедрения.

Заключение

Разработанная система удалённого сбора и обработки телеметрии представляет собой законченное техническое решение, готовое к интеграции в промышленной автоматизации. Модульная архитектура, поддержка современных интерфейсов связи и экономическая эффективность обеспечивают ему высокий потенциал для масштабирования и адаптации под различные задачи мониторинга.

Список использованных источников:

1. Логгер Vector VN1630A [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.vector.com/us/en/products/products-a-z/hardware/network-interfaces/vn16xx/> – Дата доступа: 17.02.2025
2. SoC imx8mplus [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.nxp.com/design/design-center/development-boards-and-designs/8MPLUSLPD4-PEVK> – Дата доступа: 17.02.2025
3. LTE модуль Quectel EG25-G [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <https://www.quectel.com/product/lte-eg25-g/> – Дата доступа: 17.02.2025
4. Экономика проектных решений: методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов: учеб. – метод. пособие / В.Г. Горовой [и др.]. – Минск: БГУИР, 2021. – 107 с.