



**Встроенное программное обеспечение узла
расширения периферийных интерфейсов для
коммутаторов TFortis**

Руководство по эксплуатации

1. Введение

Настоящее руководство по эксплуатации (далее — РЭ) предназначено для ознакомления с назначением, функциональными возможностями, порядком работы и техническим обслуживанием встроенного программного обеспечения (прошивки) «Встроенное программное обеспечение узла расширения периферийных интерфейсов для коммутаторов TFortis» производства ООО «Форт-Телеком».

Плата SW является центральным управляющим модулем коммутатора и обеспечивает конфигурирование и мониторинг SFP-портов, контроль климатических параметров внутри корпуса, индикацию состояния устройства, самотестирование узлов, а также обмен данными с внешними платами по интерфейсам I2C и RS-485 (Modbus RTU).

Настоящее РЭ является дополнением к техническому паспорту и руководству по эксплуатации на изделие в целом.

2. Назначение программного обеспечения

Программное обеспечение платы SW предназначено для:

- автоматического определения аппаратной версии и конфигурации устройства;
- инициализации и конфигурирования периферийных модулей микроконтроллера;
- управления и мониторинга состояния SFP-модулей (до 4 портов, в зависимости от исполнения платы);
- измерения температуры и влажности внутри корпуса устройства;
- индикации текущего состояния устройства при помощи светодиодов;
- самотестирования узлов платы при включении и в процессе работы;
- обмена данными с платой более высокого уровня по интерфейсу I2C (в режиме Slave);
- обмена данными с платой резервного питания RPS по интерфейсу RS-485 (Modbus RTU, в режиме Master);
- обработки и индикации аварийных событий;
- обработки сигналов от органов управления (кнопок).

Основные функции:

- многозадачная архитектура на базе операционной системы реального времени (FreeRTOS);
- энергонезависимое хранение и восстановление заводских значений регистров при включении;
- циклический опрос датчиков, SFP-модулей и внешних устройств с периодом 10 секунд.

3. Описание функций

3.1 Определение аппаратной версии и конфигурации

При включении устройства программное обеспечение считывает идентификатор аппаратной версии платы и в зависимости от полученного значения выполняет конфигурацию под одно из двух исполнений:

- hw_vers = 0 — исполнение RTL PRO: соответствующая инициализация GPIO и АЦП, количество портов SFP — 2;
- hw_vers = 1 — исполнение RTL DIN: соответствующая инициализация GPIO и АЦП, количество портов SFP — 4.

Для каждого из установленных портов SFP при старте выполняется разрешение передатчика (Tx enable).

3.2 Инициализация периферийных модулей

При запуске программное обеспечение выполняет:

- аппаратный сброс и инициализацию периферии, настройку тактирования системы;
- инициализацию интерфейса I2C1 (используется в режиме Slave, адрес устройства 0x20) для связи с ведущим устройством верхнего уровня;
- инициализацию интерфейса I2C2 для опроса датчика температуры и влажности;
- инициализацию интерфейса USART2 (RS-485) для обмена по протоколу Modbus RTU;
- инициализацию таймеров TIM2 (системный тик) и TIM3 (обслуживание тайм-аутов Modbus);
- инициализацию часов реального времени (RTC);
- восстановление заводских значений регистров устройства.

3.3 Управление и мониторинг SFP-модулей

С периодичностью 10 секунд для каждого установленного порта SFP (количество определяется аппаратным исполнением платы) считывается диагностическая информация модуля. Полученные данные используются для контроля состояния оптических модулей и передаются по внешним интерфейсам обмена данными.

3.4 Измерение температуры и влажности

С периодичностью 10 секунд выполняется опрос датчика температуры и влажности (SHT30) по шине I2C2. Полученные значения сохраняются в служебных регистрах устройства и используются, в том числе, для формирования аварийных сообщений.

3.5 Обмен данными по интерфейсу I2C (режим Slave)

Обмен данными с ведущим устройством верхнего уровня реализован отдельной задачей операционной системы с периодом опроса 1 мс. В рамках задачи выполняется:

- приём событий шины I2C;
- разбор и обработка команд по внутреннему протоколу обмена данными;
- контроль зависания шины I2C и её восстановление при обнаружении тайм-аута.

Формирование значений регистров, доступных по интерфейсу I2C, выполняется циклически в составе задачи опроса периферии.

3.6 Обмен данными по интерфейсу RS-485 (Modbus RTU, режим Master)

Плата SW выступает в роли ведущего устройства (Master) сети Modbus RTU и опрашивает по интерфейсу RS-485 плату резервного питания RPS.

Параметры интерфейса по умолчанию:

- скорость обмена: 4800 бод;
- формат кадра: 8N1 (8 бит данных, без контроля чётности, 1 стоп-бит);
- адрес опрашиваемого устройства (платы RPS): 1.

Опрос линии выполняется отдельной задачей с периодом 10 мс. Раз в 10 секунд выполняется запрос 22 регистров хранения платы RPS начиная с адреса регистра 999 — состав и назначение считываемых регистров соответствуют формату обмена данными между платами SW и RPS (см. документацию на плату RPS). Обслуживание тайм-аутов протокола Modbus выполняется по прерыванию от таймера TIM3.

3.7 Светодиодная индикация и самотестирование

При включении устройства кратковременно активируются все индикаторы состояния (DEFAULT_LED, READY_LED, ALARM_LED) для визуального контроля их исправности, после чего запускается процедура самотестирования узлов платы и считывается уникальный идентификатор устройства. Спустя 1 секунду после запуска индикаторы переводятся в рабочий режим и далее отражают текущее состояние устройства.

В дальнейшем самотестирование узлов платы выполняется автоматически с периодичностью 10 секунд.

3.8 Обработка аварийных событий

Отдельная задача с периодом 1 секунда выполняет опрос списка активных аварий устройства и управляет соответствующей световой индикацией для каждой зафиксированной аварии.

3.9 Обработка органов управления

Обработка сигналов от кнопок управления выполняется в общем цикле опроса периферии с периодом 500 мс.

3.10 Многозадачность

Программное обеспечение построено на основе операционной системы реального времени и включает следующие задачи:

Задача	Период опроса	Приоритет	Назначение
i2c_slave	1 мс	Normal	Обмен данными по интерфейсу I2C (режим Slave)
gpio	500 мс	Low	Опрос SFP-модулей, датчиков, кнопок; самотестирование
modbus	10 мс	Low	Обмен данными по интерфейсу RS-485 (Modbus RTU, Master)
error	1000 мс	Low	Опрос и индикация аварийных состояний

4. Меры безопасности

- К настройке и обслуживанию устройства допускается квалифицированный персонал, изучивший настоящее РЭ.
- Установку, замену и извлечение SFP-модулей выполнять только при отключённом сетевом напряжении и с соблюдением мер защиты от статического электричества (ESD).
- Не допускается вскрытие корпуса устройства при поданном напряжении питания.
- Запрещается подключение сторонних источников напряжения к контактам интерфейсов I2C и RS-485.
- Обновление программного обеспечения (прошивки) производить только рекомендованными производителем средствами.

5. Техническое обслуживание

5.1 Регламентные работы

Раз в 6 месяцев:

- проверка результатов самотестирования устройства.

Постоянно:

- контроль световой индикации состояния устройства;
- отсутствие аварийных сообщений;
- контроль устойчивости обмена данными по интерфейсам I2C и Modbus RTU.

5.2 Типовые неисправности

Признак	Возможная причина	Действие
Индикатор READY не горит после включения	Не завершена инициализация периферии, сбой платы	Проверить напряжение питания, перезапустить устройство
SFP-порт не определяется	Модуль не установлен либо неисправен, отсутствует Tx enable	Проверить установку и исправность SFP-модуля, переустановить модуль
Нет обмена по Modbus RTU с платой RPS	Неверные параметры линии RS-485, повреждён соединительный кабель	Проверить параметры 4800 бод, 8N1, адрес устройства (1), целостность кабеля
Нет обмена по I2C с ведущим устройством	Зависание шины I2C, неверный адрес (0x20)	Проверить целостность шины I2C, перезапустить устройство
Некорректные показания температуры/влажности	Неисправность датчика SHT30 либо шины I2C2	Обратиться в сервисный центр

6. Транспортирование и хранение

- Температура хранения: $-40...+55\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Относительная влажность: не более 80 % без конденсации.
- Транспортирование производить в заводской упаковке с защитой от механических повреждений и статического электричества.

7. Гарантийные обязательства

Гарантийный срок — 5 лет с момента производства или продажи изделия при соблюдении условий эксплуатации.

Производитель оставляет за собой право вносить изменения в программное обеспечение (прошивку) и алгоритмы работы устройства без ухудшения характеристик изделия.

Приложение 1. Перечень используемых интерфейсов и периферийных модулей

Интерфейс / модуль	Режим	Назначение	Параметры
I2C1	Slave, адрес 0x20	Обмен данными с ведущим устройством верхнего уровня	—
I2C2	Master	Опрос датчика температуры и влажности SHT30	—
USART2 / RS-485	Master (Modbus RTU)	Обмен данными с платой резервного питания RPS	4800 бод, 8N1, адрес 1
TIM2	—	Системный тик (базовое время ОС)	—
TIM3	—	Обслуживание тайм-аутов Modbus RTU	—
RTC	—	Часы реального времени	—