ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «Ай-Тор»

(ООО «Ай-Тор»)

Программное обеспечение ADC/DAC

Инструкция по эксплуатации встроенного программного обеспечения

Екатеринбург, 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 4

1.1. Назначение документа 4

1.2. Область применения ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1.3. Цель ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1.4. Основные термины ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

2. ОПИСАНИЕ ВПО И АППАРАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ .. **Ошибка! Закладка не определена.**

2.1. Назначение ВПО ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

2.2. Сопровождение ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

2.3. Ключевые функции модуля ADC ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

2.4. Ключевые функции модуля DAC ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

2.5. Аппаратная платформа ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

2.6. Система мониторинга I-TOR C.O.B.A. ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

3. ОБНАРУЖЕНИЕ И КАТЕГОРИЗАЦИЯ ОШИБОК..... **Ошибка! Закладка не определена.**

3.1. Обнаружение ошибок ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

3.2. Категории ошибок ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

3.3. Приоритизация ошибок ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

4. ПРОЦЕДУРА РЕАГИРОВАНИЯ НА ОШИБКИ ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

4.1. Общая схема реагирования ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

4.2. Действия по типам ошибок ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

5. ОБНОВЛЕНИЕ ПРОШИВКИ ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

5.1. Порядок обновления ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

5.2. Процедура обновления через ST-Link ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

5.3. Важные предупреждения ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

6. УПРАВЛЕНИЕ КОНФИГУРАЦИЯМИ И ВЕРСИЯМИ ... **Ошибка! Закладка не определена.**

6.1. Версионирование прошивки ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

6.2. Хранение исходных кодов ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

6.3. Документация ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

6.4. Конфигурация модулей ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

6.5. Совершенствование программного обеспечения ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

7. ДЕЙСТВИЯ ПРИ СБОЯХ ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

8. СОСТАВ ПЕРСОНАЛА ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

9. КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Назначение документа

Настоящая инструкция определяет порядок эксплуатации встроенного программного обеспечения программного комплекса ADC/DAC (далее — ВПО), предназначенного для работы на аппаратных платформах с микроконтроллерами STM32F0xx (модуль ADC) и STM32F3xx (модуль DAC).

1.2. Область применения

Инструкция предназначена для специалистов, ответственных за эксплуатацию, мониторинг и обслуживание устройств, содержащих ВПО комплекса ADC/DAC, в составе систем учёта электроэнергии высоковольтных линий.

1.3. Цель

Обеспечение корректной эксплуатации программного комплекса, поддержание его работоспособности в штатных режимах, а также оперативное реагирование на отклонения в работе.

1.4. Основные термины

- **Устройство:** аппаратная платформа (модуль ADC или модуль DAC), на которой функционирует ВПО.
- **ВПО:** версия встроенного программного обеспечения модуля ADC или модуля DAC.
- **Модуль ADC (передатчик):** устройство с микроконтроллером STM32F0xx и внешним АЦП, осуществляющее оцифровку и передачу данных.
- **Модуль DAC (приёмник):** устройство с микроконтроллером STM32F3xx и внешним ЦАП, осуществляющее приём, декодирование и выдачу аналогового сигнала.
- **Система мониторинга:** I-TOR C.O.B.A. — система, собирающая телеметрические данные и фиксирующая ошибки работы ВПО.
- **Ошибка (Error):** отклонение в работе ВПО, зарегистрированное системой мониторинга I-TOR C.O.B.A.
- **Инцидент:** событие, вызванное ошибкой, которое приводит к нарушению нормального функционирования устройства.

2. ЭКСПЛУАТАЦИЯ УСТРОЙСТВ

2.1. Первоначальная настройка

Устройства, входящие в состав программного комплекса ADC/DAC, готовы к работе сразу после включения питания. Настройки загружаются автоматически:

- в модуле ADC — из внутренней энергонезависимой памяти Flash;
- в модуле DAC — из внешней энергонезависимой памяти EEPROM.

Дополнительная настройка оператором не требуется. Все параметры (каналы АЦП, частота, разрешение, коэффициенты масштабирования, фаза, адрес ModBus) заданы производителем и сохранены в памяти устройств.

При необходимости изменения параметров (только в лабораторных или сервисных условиях) используется режим «Конфигурация» / «Настройки».

2.2. Режимы работы модуля ADC

Режим «Работа» (MODE = 1) — штатный режим эксплуатации:

- Устройство автоматически выполняет измерения с внешнего 16-битного АЦП.
- Полученные данные проходят цифровую фильтрацию (скользящее среднее).
- Формируются пакеты данных (вспомогательный и основной).
- Данные передаются по оптическому интерфейсу UART (USART1, 2 Мбит/с).
- Выполняется опрос датчиков температуры DS18x20 (интерфейс 1-Wire) с периодом 10 секунд.
- Получение данных от внешних устройств по UART в этом режиме не производится.

Режим «Настройки» (MODE = 0) — сервисный режим:

- Используется только в лабораторных условиях при производстве или сервисном обслуживании.
- Активируется установкой пина MODE в состояние логического «0».
- Включается интерфейс ModBus RTU (USART2, 115200 бод).

- Доступно изменение параметров через регистры хранения:
    - коэффициент масштабирования;
    - фаза сигнала.
- Изменённые параметры сохраняются во Flash-память.
- При изменении параметров выполняется автоматический сброс системы.

2.3. Режимы работы модуля DAC

Нормальный режим — штатный режим эксплуатации:

- Устройство автоматически выполняет приём данных по оптическому каналу (USART2, 2 Мбит/с).
- Осуществляется декодирование пакетов с проверкой целостности (CRC8, CRC16).
- Выполняется анализ сигнала: определение амплитуды, частоты и формы.
- Данные выдаются на внешний 16-битный ЦАП через интерфейс SPI.
- При наличии корректного сигнала включается исполнительное реле.
- Поддерживается обмен с системой мониторинга I-TOR C.O.B.A.

Режим конфигурации — сервисный режим:

- Активируется по нажатию сервисной кнопки или вводу пароля в регистрах.
- Включается интерфейс ModBus RTU (USART1, 115200 бод).
- Доступно изменение параметров:
    - коэффициент масштабирования (dac_koeff);
    - фаза (RX_PHASE);
    - адрес ModBus (MB_ADDR);
    - номер БОИ (BOI_NUM).
- Изменённые параметры сохраняются в EEPROM.
- Время активности режима ограничено (60 секунд по умолчанию), после чего устройство возвращается в нормальный режим.

2.4. Контроль работы устройств

- Регулярно проверять статус устройств через интерфейс системы мониторинга I-TOR C.O.B.A.
- Анализировать уведомления от I-TOR C.O.B.A. на предмет ошибок и аномалий.
- Контролировать наличие данных от модуля ADC и корректность приёма в модуле DAC.
- При наличии индикации на модуле DAC:
    - медленное мигание светодиода — ожидание сигнала (норма при отсутствии входного сигнала);
    - постоянное горение — реле включено, сигнал корректен;
    - быстрое мигание — ошибка чтения EEPROM (требуется сервисное вмешательство).

3. ДЕЙСТВИЯ ПРИ СБОЯХ

Код ошибки	Описание	Признаки
F_ADC_OVR	Перегрузка АЦП	Некорректные значения на выходе, срабатывание флага в I-TOR C.O.B.A.
F_ADC_TOUT	Таймаут АЦП / потеря связи	Отсутствие данных от модуля ADC, срабатывание флага
F_FLASH_ERR	Отказ Flash-памяти (ADC)	Устройство не запускается или работает некорректно
F_MEM_ERR	Отказ EEPROM (DAC)	Сброс настроек, быстрое мигание светодиода
F_E_NO_INPUT	Отсутствие входного сигнала (DAC)	Медленное мигание светодиода, реле отключено
F_RELAY_ERR	Ошибка управления реле	Реле не включается при наличии сигнала

Общие рекомендации при сбоях:

- При возникновении любой ошибки приоритета PRI-1 (F_ADC_TOUT, F_FLASH_ERR, F_MEM_ERR) немедленно уведомить инженера поддержки или сервисный центр.
- Не производить самостоятельного вскрытия устройств или перепрограммирования без согласования с разработчиком.
- Все действия по обновлению прошивки и замене компонентов выполняются только сервисным центром или командой разработки.

4. КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

- **Служба поддержки / Специалист по мониторингу (I-TOR C.O.B.A.):**
  - Телефон: +7 (343) 351-76-08
  - E-mail: info@i-tor.ru
  - Система: I-TOR C.O.B.A.
- **Команда разработки ВПО «ADC/DAC»:**
  - E-mail: info@i-tor.ru
- **Сервисный центр:**
  - Телефон: +7 (343) 351-76-08
  - E-mail: sgo@i-tor.ru