

**Документация, содержащая описание функциональных
характеристик и информацию, необходимую для установки и
эксплуатации встроенного программного обеспечения
«СПТ_ВПО_ЗВУ_26»**

Новосибирск
2026

Обозначение и сокращения

В настоящем документе применены термины и сокращения:

- ПО – программное обеспечение;
- ЗВУ – зарядно-выпрямительное устройство;

1. Общие сведения

Настоящий документ содержит описание эксплуатации встроенного программного обеспечения для зарядно-выпрямительных устройств серии «НРТ». В документе содержится информация о средах разработки, требованиях к техническим средствам, применяемым в процессе разработки программного обеспечения, а также последовательность действий для интеграции с платой управления и аппаратной платформой.

2. Назначение

Программное обеспечение предназначено для обеспечения функционирования зарядно-выпрямительных устройств серии «НРТ» и состоит из ПО платы микроконтроллера платы управления (далее ПО_НРТ_МК) и ПО дисплея (далее «ПО_НРТ_дисплей»).

3. Среда разработки и требования к техническим средствам

3.1. Требования к среде разработки «ПО_НРТ_МК»:

- средой разработки «ПО_НРТ_МК» является среда Keil uVision;
- минимальные системные требования АРМ: ОЗУ 4 Гбайт, ПЗУ 2,5 Гбайт, процессор 2.0 ГГц, 64 битная операционная система: Windows 10, 11;
- для тестирования и загрузки «ПО_НРТ_МК» применяется программатор «ST-Link» или аналог;
- загрузка и тестирование платы управления тиристорного ЗВУ со встроенным «ПО_НРТ_МК» выполняется заводом-изготовителем на специальном проверочном стенде при наладке устройства.

3.2. Требования к среде разработки «ПО_НРТ_дисплей»:

- компьютер с ОС Windows не ниже v7;
- USB2;
- установленное ПО EasyBuilder Pro.

4. Описание программного обеспечения

4.1. Описание «ПО_НРТ_МК»

- «ПО_НРТ_МК» платы управления ЗВУ «НРТ» представляет собой файл с набором машинных инструкций (объектный файл) для целевого микроконтроллера платы управления преобразователем, полученный в процессе компилирования из исходного кода.

- Исходный код «ПО_НРТ_МК» написан на языке программирования С.

4.2. Основные функции встроенного «ПО_НРТ_МК»:

- расчёт временных параметров и выдача импульсов управления тиристорами трехфазного мостового выпрямителя;
- синхронизация работы выпрямителя с входной сетью переменного напряжения;
- стабилизация выходного напряжения;
- формирование ступеней перегрузки выходного тока и тока заряда АБ;
- реализация алгоритмов заряда / разряда АБ;
- реализация функции проверки целостности цепи АБ;
- управление системой вентиляции помещения с АБ;
- опрос температурных датчиков радиаторов силовой части преобразователя и температурного датчика АБ
- осуществление функции температурной компенсации зарядного напряжения АБ;
- опрос датчиков тока / температуры АБ
- функции защит и блокировок;
- опрос каналов измерений: трехфазное напряжение переменного тока входной сети, выходное выпрямленное напряжение и выходной ток выпрямителя, напряжение и ток заряда АБ;
- цифровая обработка и фильтрация сигналов измерений, измерение и передача параметров сигналов;
- управление дискретными выходами, опрос дискретных входов платы управления тиристорного ЗВУ;
- реализация интерфейса взаимодействия с панелью управления (человеко-машинный интерфейс) по протоколу Modbus RTU;
- реализация интерфейса взаимодействия с системой верхнего уровня по протоколу Modbus RTU;
- реализация интерфейса взаимодействия с платами управления тиристорных ЗВУ по шине CAN и реализация алгоритма параллельной работы нескольких устройств на общую нагрузку с делением токов;
- функции самодиагностики электронных компонентов платы;
- функции работы с энергонезависимой памятью и хранения уставок;
- функции охранного таймера для защиты от «зависаний» платы;
- функций калибровки каналов измерения.

4.3. Описание «ПО_НРТ_дисплей»

- «ПО_НРТ_дисплей» представляет собой файл проекта для загрузки в дисплей

4.4. Основные функции «ПО_НРТ_дисплей»:

- реализация протокола связи Modbus RTU Master для связи с платой управления;
- индикация измерений преобразователя;

- индикация режимов работы;
- прием команд и уставок задания от эксплуатирующего персонала с ограничением доступа по паролю;
- визуализация работы ЗВУ «НРТ» на мнемосхеме;
- отображение режимов работ;
- отображение текущих данных и состояний;
- мониторинг состояния защитной и коммутационной аппаратуры;
- отображение активных предупредительных и аварийных событий;
- хранение в энергонезависимой памяти и отображение архива предупредительных и аварийных событий.

5. Подготовка к работе

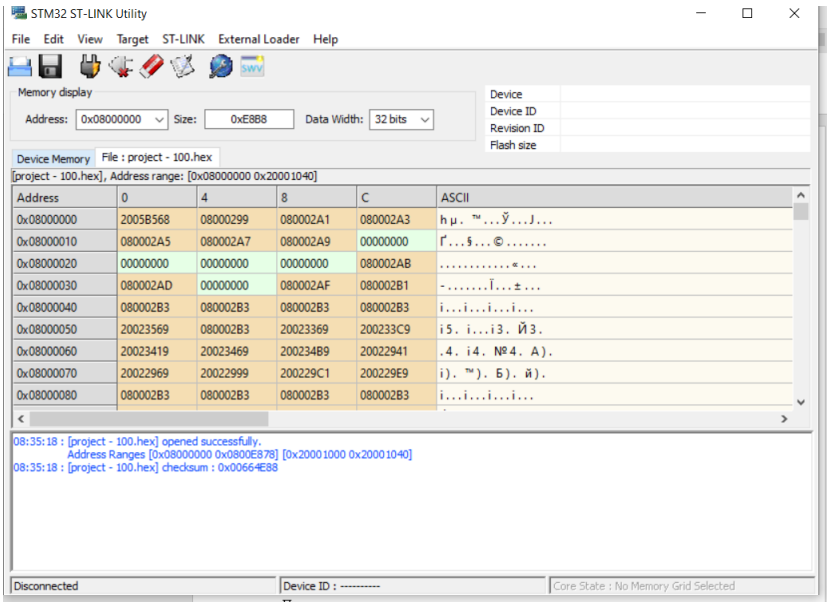
5.1. Подготовка к работе «ПО_НРТ_МК»

- 5.1.1. Состав и содержание дистрибутивного носителя данных «ПО_НРТ_МК».

5.1.2. «ПО_НРТ_МК» содержит скомпилированный код управления, подготовленный для загрузки на специализированный контроллер.

5.1.3. Порядок загрузки данных и проверка работоспособности «ПО_НРТ_МК»:

 - установить «STM32 ST-LINK Utility»;
 - подключить программатор к usb разъему компьютера;
 - подключить программатор к программируемой плате управления;
 - подать питание на плату управления;
 - запустить ПО «STM32 ST-LINK Utility»;



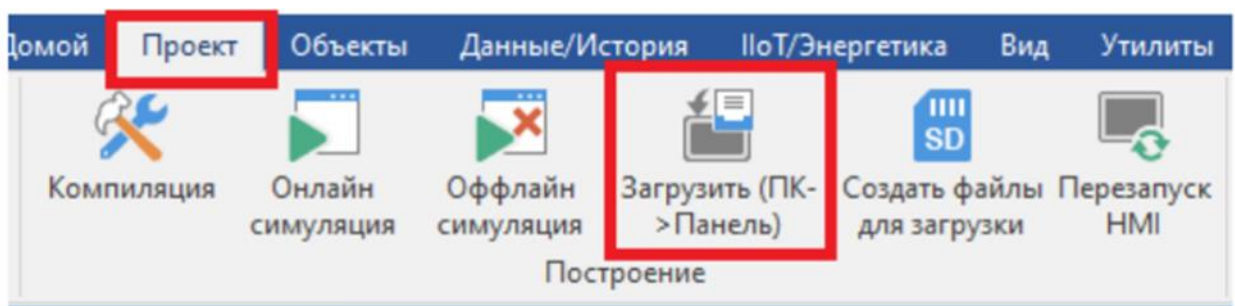
- открыть актуальный hex файл прошивки проекта «ПО_НРТ_МК»;
 - загрузить прошивку в МК платы управления.
- 5.1.4. Дальнейшая проверка работоспособности платы управления производится специально обученным персоналом на специализированном стенде согласно инструкции по наладке зарядно-выпрямительных устройств серии «НРТ».

5.2. Подготовка к работе «ПО_НРТ_дисплей»

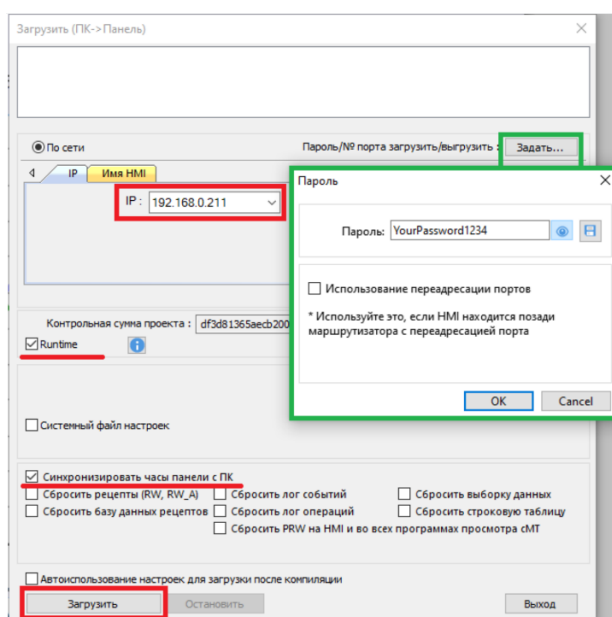
5.2.1. ПО конфигурации HMI сенсорной панели оператора содержит файл проекта, загружаемый в ПЗУ сенсорной панели оператора.

5.2.2. Порядок загрузки данных и проверка работоспособности «ПО_НРТ_дисплей»:

- установить ПО EasyBuilder Pro. В процессе установки согласиться с установкой драйверов;
- соединить кабелем типа USB APM с разъемом программирования панели управления;
- для загрузки проекта в дисплей на панели инструментов EasyBuilder выбрать вкладку [Проект] и нажать [Загрузить (ПК->Панель)];



- во всплывающем окне введем IP-адрес панели, пароль для загрузки/выгрузки проекта (этот пароль можно отдельно настроить в системных настройках панели или задать главный системный пароль);
- установить параметры для загрузки (Runtime, синхронизировать часы панели с ПК) и нажать [Загрузить];



- дождаться сообщения “Завершено” об успешной загрузке проекта;
- отключить дисплей- ПО установлено;

- открыть файл соответствующего проекта конфигурации HMI и нажать на пиктограмму загрузки проекта;
- дождаться завершения загрузки проекта и отключить кабель программирования от панели.