Research Laboratory of Design Automation
НИЛ автоматизации проектирования
Сделано в России
Тел.: +7 (495) 26-66-700 info@reallab.ru • https://www.reallab.ru

Среда разработки STM32CubeIDE

Работа с ПЛК и модулями RealLab! в среде разработки STM32CubeIDE: установка, настройка и запуск проектов

Программирование ПЛК RealLab линейки MC-ST в среде разработки STM32CubeIDE

Руководство пользователя

Версия от 7 ноября 2025 г.

Одной проблемой стало меньше!

Уважаемый покупатель!

Научно-исследовательская лаборатория автоматизации проектирования (НИЛ АП) благодарит Вас за использование нашей продукции и просит сообщать нам свои пожелания по улучшению программного обеспечения. Ваши пожелания можно направлять по почтовому или электронному адресу, а также сообщать по телефону:

НИЛ АП, пер. Биржевой спуск, 8, Таганрог, 347900,

Тел. (495) 26-66-700,

e-mail: info@reallab.ru, https://www.reallab.ru.

Вы можете также получить консультации по применению нашей продукции, воспользовавшись указанными выше координатами.

Оглавление

1. Вводная часть

Добро пожаловать в руководство по программированию ПЛК Reallab! серии MC линейки MC-ST. Данное руководство предназначено как для начинающих, так и для опытных пользователей.

Для работы с ПЛК необходимы навыки программирования микроконтроллеров семейства STM32.

Программирование ПЛК линейки MC-ST происходит в среде программирования STM32CubeIDE на языке C/C++.

Настоящее руководство демонстрирует процесс установки STM32CubeIDE, подключение ПЛК линейки MC-ST, краткую инструкцию по написанию кода и примеры программ.

1.1. Начало работы

Особенности программирования в используемой среде сводятся к тому, что существует набор библиотек, включающий функции и объекты, которые облегчают процесс написания программы.

Сама программа пишется в среде STM32CubeIDE. В области сообщений выводятся ошибки и пояснения (рис. 1.1).

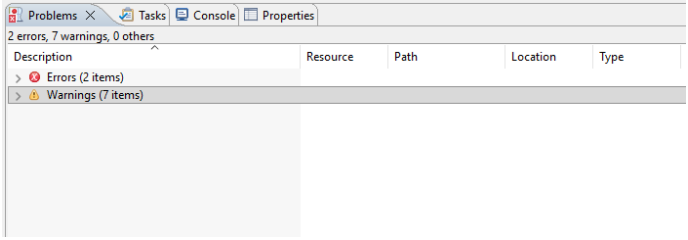

Рис. 1.1 - Область сообщений

В консоли (рис. 1.2) отображается полный отчёт о компиляции программы, различные ошибки, подсказки и другая полезная информация.

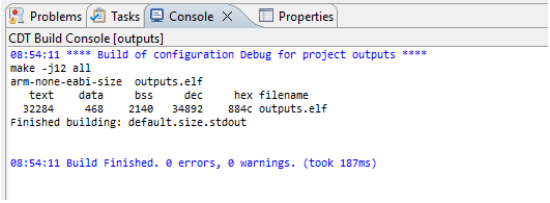

Рис. 1.2 - Окно консоли

Панель инструментов (рис. 1.3) представляет собой набор полезных функций при разработке программы. На панели с часто используемыми командами всего несколько кнопок, но они являются основными при разработке программы.

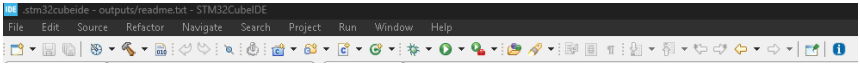

Рис. 1.3 - Панель инструментов

1.2. Программируемые контроллеры Reallab! с STM32CubeIDE

Настоящее руководство посвящено программированию в среде STM32CubeIDE для следующих ПЛК Reallab!: MC-4A7D4R4O-ST, MC-8D2R-ST, MC-8D2S-ST, MC-12D4R4O-ST, MC-12D6R-ST, MC-12D8O-ST.

2. Установка и настройка STM32CubeIDE

2.1. Системные требования

Перед установкой и использованием STM32CubeIDE рекомендуется ознакомиться с системными требованиями, указанными на официальном веб-сайте производителя.

Установка программного обеспечения должна выполняться на устройстве, соответствующем указанным минимальным или рекомендованным техническим характеристикам.

2.2. Установка STM32CubeIDE и импорт проекта

В данном руководстве используется STM32CubeIDE версии 1.18.0.

1. Установите STM32CubeIDE с веб-сайта производителя STMicroelectronics.

2. После установки запустите приложение STM32CubeIDE (рис. 2.1).

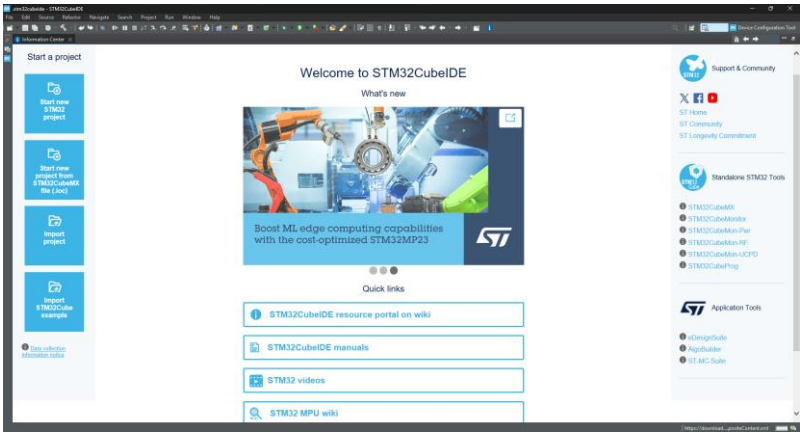

Рис. 2.1 Приложение STM32CubeIDE

3. Скопируйте загруженный пример в папку с проектами STM32CubeIDE - «C:\Users\%username%\STM32CubeIDE\workspace_1.18.0\».

4. Чтобы импортировать проект в среду STM32CubeIDE, перейдите в меню «File/Open Projects from File System…» (рис. 2.2), далее нажмите на кнопку «Finish», дождитесь окончания импортирования проекта.

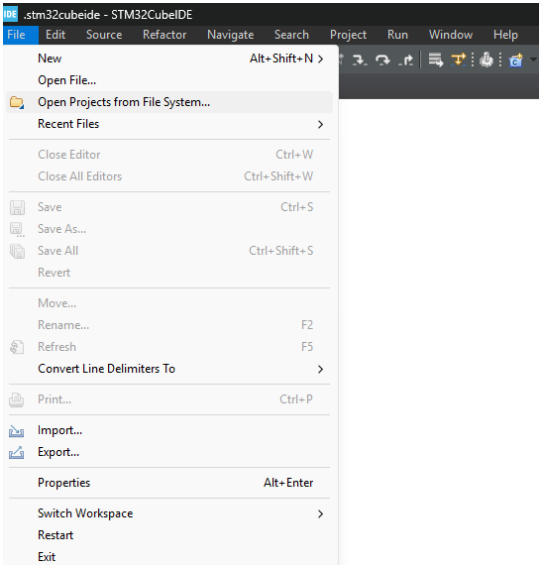

Рис. 2.2 Меню выбора проекта

5. Проект появится во вкладке «Project Explorer» (рис. 2.3).

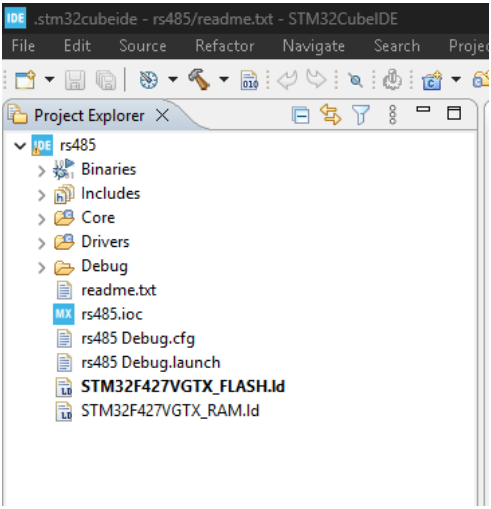

Рис. 2.3 Вкладка «Project Explorer»

После успешного импорта проект готов к компиляции и тестированию.

3. Программирование ПЛК линейки MC-ST

3.1. Программирование ПЛК с помощью STM32CubeIDE

Важно: для данного способа требуется наличие программатора, поддерживающего интерфейсы программирования и отладки jtag/swd. В качестве примера используется программатор ST-LINK v2.

Для программирования ПЛК любым примером можно воспользоваться встроенным функционалом среды STM32CubeIDE. Достаточно подключить программатор ST-LINK, выбрать проект примера в окне Project Explorer и нажать иконку «Run (name project) Debug» (рис. 3.1).

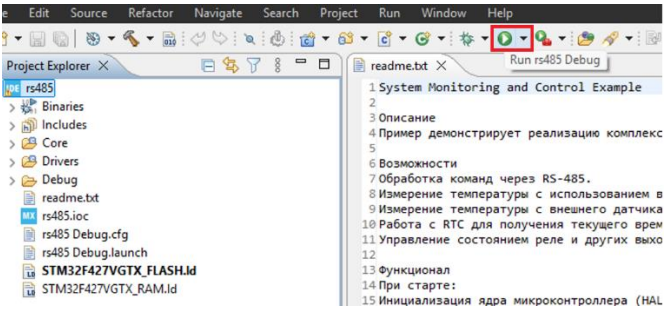

Рис. 3.1 Расположение иконки Run Debug.

При первом запуске откроется окно настроек «Run Configurations». Рекомендуется задать параметры, аналогичные приведённым на рис. 3.2 - рис. 3.4.

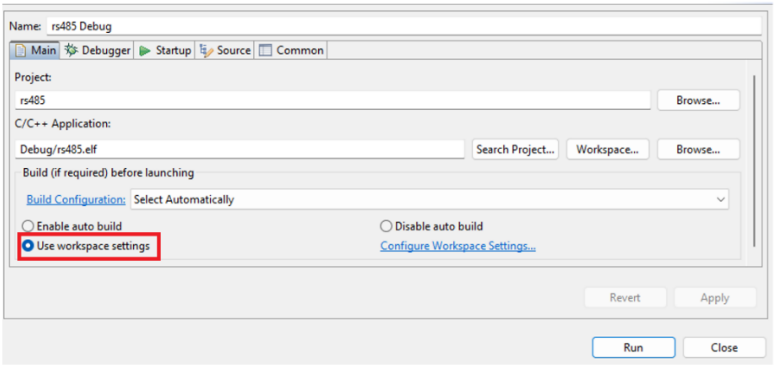

Рис. 3.2 Окно настроек, вкладка Main

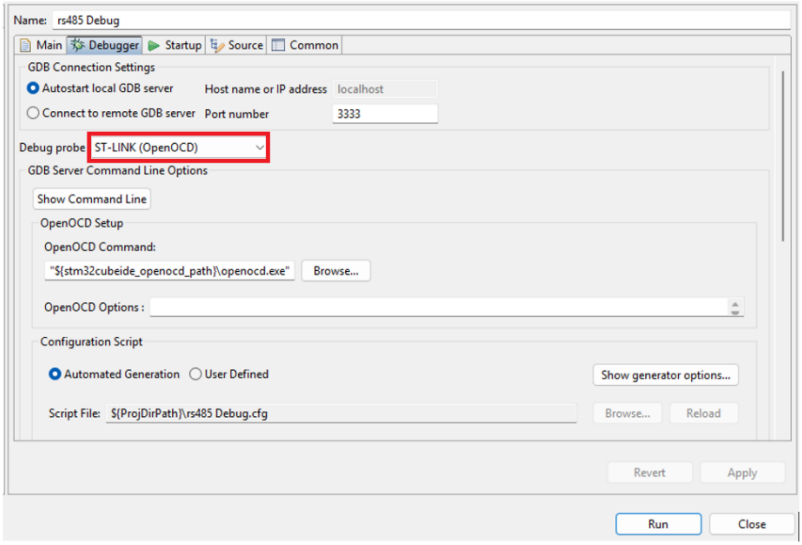

Рис. 3.3 Окно настроек, вкладка Debugger

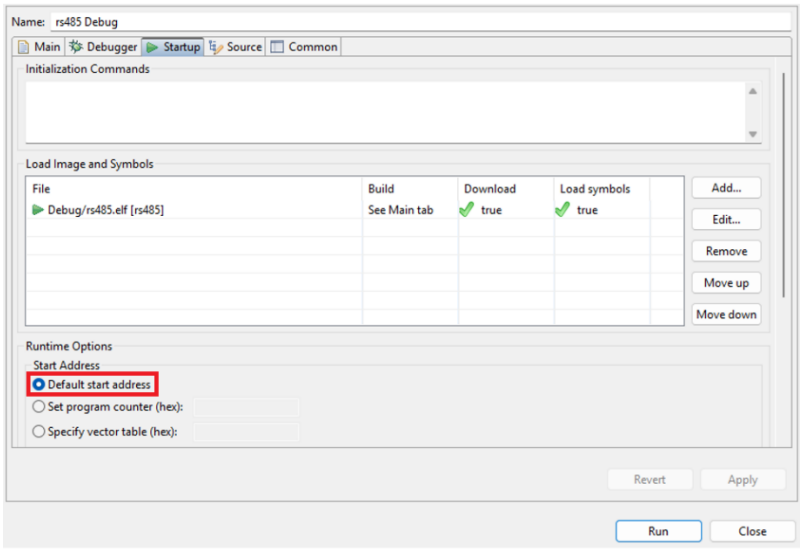

Рис. 3.4 Окно настроек, вкладка Startup

После того, как заданы все настройки, необходимо нажать «Run» и дождаться пока процесс записи программы в ПЛК завершится. По итогу в разделе Console появится отчёт об успешном завершении записи (рис. 3.5). После этого ПЛК следует перезагрузить.

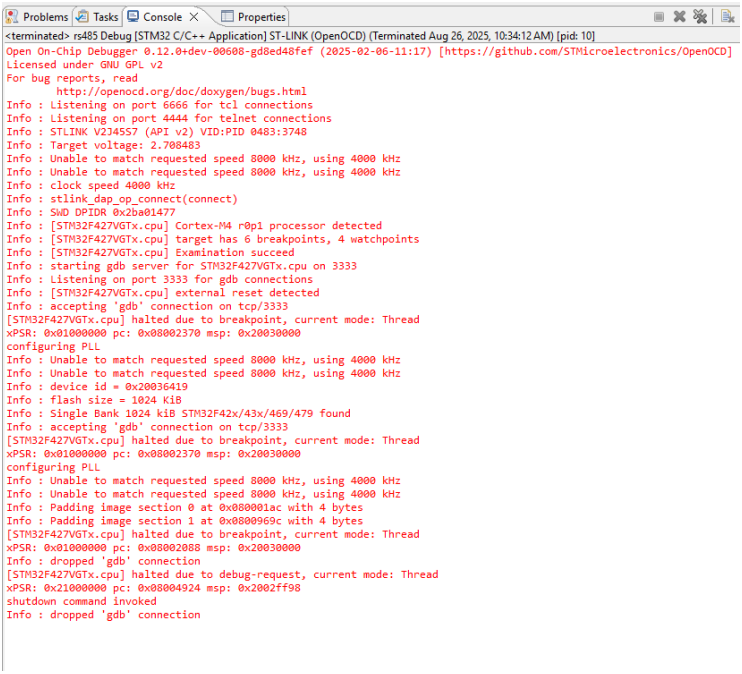

Рис. 3.5 Отчёт в разделе Console по итогам записи

Для опытных пользователей в STM32CubeIDE также доступен режим отладки, позволяющий выполнять код пошагово. Для перехода в данный режим достаточно нажать соответствующую иконку «Debug (name_project) Debug» , перед этим подключив ST-LINK к ПК и ПЛК.

3.2. Программирование ПЛК с помощью STM32CubeProgrammer

Для записи программы в ПЛК в качестве примера будет использоваться STM32CubeProgrammer версии 2.19.0.

1. Необходимо скачать STM32CubeProgrammer (рис. 3.6) с сайта STMicroelectronics.

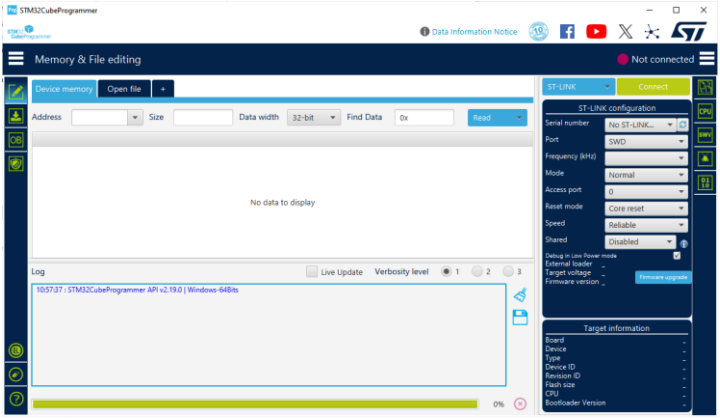

Рис. 3.6 Интерфейс приложения STM32CubeProgrammer

2. Для записи программы в ПЛК можно использовать программатор ST-Link или RS-485. В качестве примера будет использована загрузка через RS-485. Для этого необходимо перевести ПЛК в режим загрузчика, замкнув вывод «Init» на «GND» (перед этим обесточив устройство) и подключив преобразователь интерфейса RS-485 ⇄ USB (например, NLS-485-USB) к клеммам «Data1+» и «Data1-». После этого перезагрузить питание модуля.

3. В приложении STM32CubeProgrammer выбрать в выпадающем списке интерфейс для программирования «UART» (рис. 3.7). Убедитесь, что параметры UART соответствуют следующим значениям: скорость — 115200 бод, 8 бит данных, 1 стоп-бит, без чётности (рис. 3.8). В пункте «Port» необходимо выбрать соответствующий COM порт преобразователя NLS-485-USB, подключенного к ПЛК MC-ST.

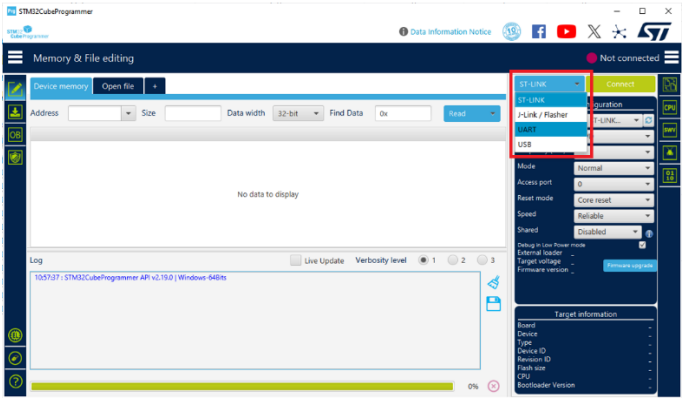

Рис. 3.7 Вкладка «Memory & File editing», выбор интерфейса

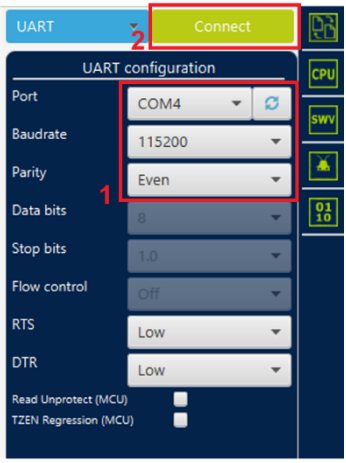

Рис. 3.8 Выбор настроек UART

4. Нажать на иконку «Connect» и дождаться информацию о подключении – «Target information» (рис. 3.9).

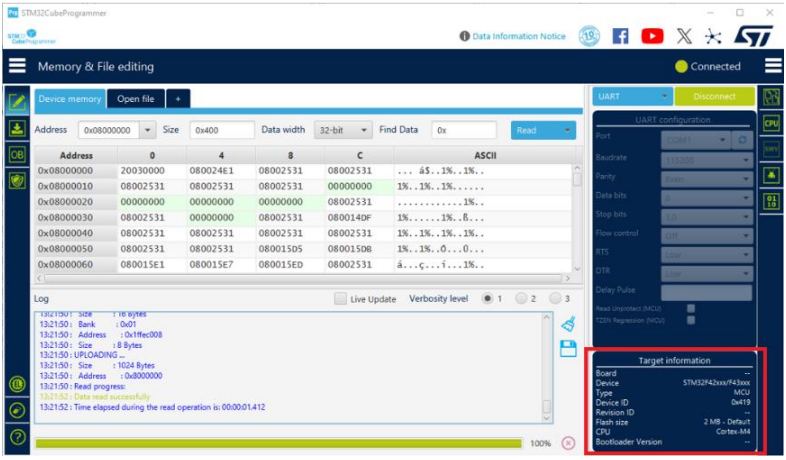

Рис. 3.9 Вкладка «Memory & File editing», информация о подключении «Target information»

5. Нажать на иконку «Erasing & Programming» и перейти в меню «Erasing & Programming» (рис. 3.10).

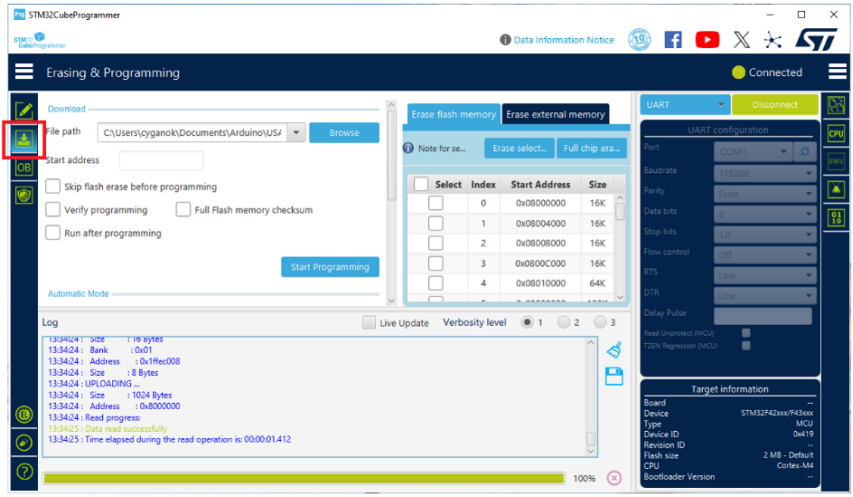

Рис. 3.10 Вкладка «Erasing & Programming»

6. Изменить путь к файлу с расширением *.hex в пункте «File path», для этого нажать кнопку «Browse» (Рис. 3.11).

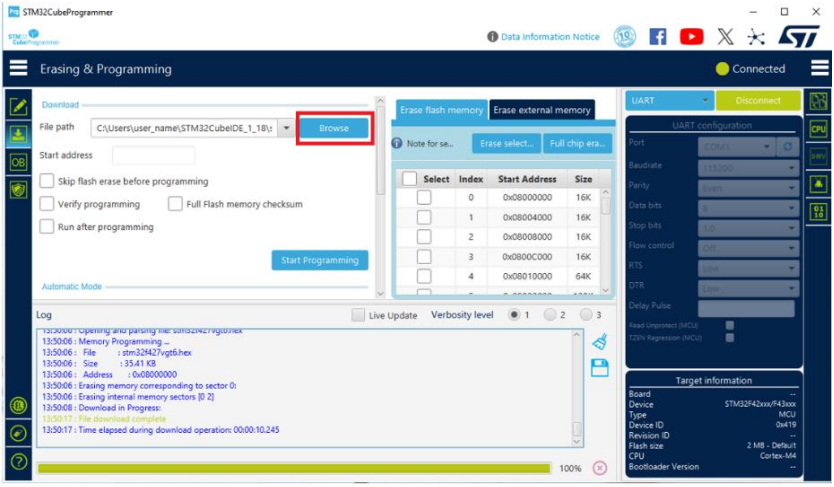

Рис. 3.11 Выбор пути к файлу «File path», кнопка «Browse»

7. Нажать на кнопку «Start Programming» (рис. 3.12) и дождаться сообщения об окончании программирования – «File download complete» (рис. 3.13).

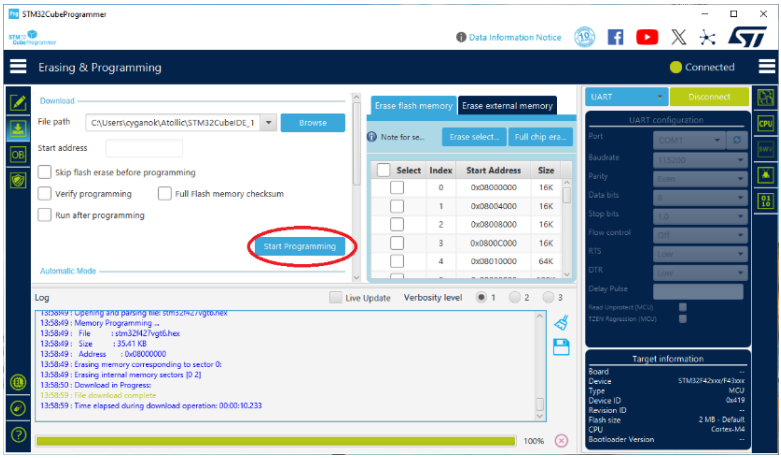

Рис. 3.12 Вкладка «Erasing & Programming», кнопка «Start Programming»

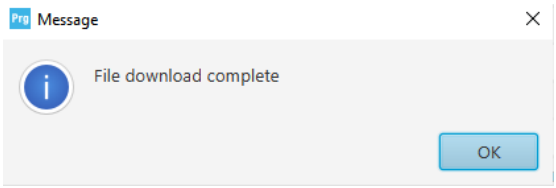

Рис. 3.13 Вкладка «Message» – окончание загрузки файла

После окончания загрузки файла, отключите клемму «Init» и перезагрузите питание контроллера MC-ST.

4. Примеры работы с проектами MC-ST

Для удобства разработан набор примеров (в виде отдельных проектов) для ПЛК. Каждому компоненту периферии модуля соответствует один из примеров, унифицированных под модификации конкретного ПЛК.

Внутри каждого проекта создан текстовой файл с кратким описанием примера, его особенностями, необходимой информацией по работе с ним. При загрузке проекта в STM32CubeIDE автоматически открывается содержимое текстового файла.

Расположение readme-файлов:
<Диск>:\...\MC_DI_Examples\MC_DI_CUBEIDE\<папка_модуля>\<папка_примера>\readme.txt.

Перечень примеров представлен в табл. 4.1.

Табл. 4.1 Перечень разработанных примеров для ПЛК

Название	Описание
inputs	Управление дискретными входами
outputs	Управление дискретными выходами
RTC	Работа с часами реального времени
Temperature_ext	Чтение данных со встроенного в плату датчика температуры DS18B20Z
Temperature_int	Чтение данных с интегрированного в микроконтроллер датчика температуры
Buttons	Управление ЖК-дисплеем и кнопками
RS485	Обработка команд по RS-485
1wire	Подключение внешнего датчика температуры DS18B20 по трёхпроводной шине 1wire
Analog_amperage_inputs	Чтение токовых сигналов с аналоговых входов (только для модуля MC-4A7D4R4O-ST)
Analog_voltage_inputs	Чтение напряжения с аналоговых входов (только для модуля MC-4A7D4R4O-ST)

4.1. Inputs – Дискретные входы

В проекте «inputs» осуществляется чтение состояния дискретных входов и передача данных по интерфейсу RS-485. Программа считывает состояние всех дискретных входов (от Din0 до Din11, в зависимости от модификации модуля) и формирует строку из символов «0» и «1» в кодировке ASCII, где «0» соответствует уровню Low, а «1» — уровню High.

Примечание: в модулях MC-8D2S-ST и MC-8D2R-ST имеются 4 дискретных входа-выхода IN_OUT. В примере они настроены и используются как обычные цифровые входы. Работа с ними выполняется в соответствии с руководством по эксплуатации.

4.2. Outputs – Дискретные выходы

В данном примере состояние дискретных выходов управляется командами, поступающими по интерфейсу RS-485. Команды передаются в hex формате: «0x01» - переключение первого выхода, «0x02» - второго и т.д. Принцип работы поддерживается как для выходов с открытым коллектором (открытый сток), так и для релейных выходов.

Примечание: в модулях MC-8D2S-ST и MC-8D2R-ST имеются 4 дискретных входа-выхода IN_OUT. В примере они настроены и используются, как обычные цифровые выходы. Работа с ними выполняется в соответствии с руководством по эксплуатации.

4.3. Buttons – Кнопки и дисплей

Программа обеспечивает взаимодействие с ЖК-дисплеем и кнопками SA4–SA7 контроллера. При запуске на первой строке дисплея отображается надпись «Reallab!», на второй — «НИЛ АП». При нажатии на одну из кнопок, на дисплей выводится её название ("Влево", "Вверх", "Вниз", "Вправо"). Реализована базовая антидребезговая обработка сигналов с кнопок.

4.4. RS485 – Обработка команд по RS-485

Пример «RS-485» демонстрирует комплексный функционал модуля. По интерфейсу RS-485 передаются команды в hex формате, например, «0x01» - запрос на изменение состояния дискретного выхода (RL1 или DOUT0). Полный перечень команд и их назначение зависит от конкретной модификации модуля и приведён в readme-файле.

4.5. RTC – Часы реального времени

В проекте «RTC» реализована периодическая отправка установленного программно времени с внутренних часов по интерфейсу RS-485 в кодировке ASCII.

Дата и время отправляются в формате: «DD-MM-YY, hh:mm:ss:ms».

4.6. Temperature_ext – Встроенный в плату датчик температуры

В проекте модуль циклически передаёт показания температуры со встроенного в плату датчика DS18B20Z по интерфейсу RS-485. Данные передаются в кодировке ASCII. Пример сообщения: «Te= 32,11 C».

4.7. Temperature_int – Внутренний датчик температуры микроконтроллера

В примере модуль с заданным периодом передаёт по интерфейсу RS-485 температуру, измеренную внутренним датчиком микроконтроллера (подключенным к каналу АЦП - ADC1_IN18) в формате ASCII. Пример сообщения: «Ti = 35,21 C».

4.8. 1wire – Внешний датчик температуры DS18B20

Пример предназначен для модулей MC-8D2S-ST и MC-8D2R-ST. В примере проверяется трёхпроводная шина 1-Wire с помощью внешнего датчика температуры DS18B20 (схему подключения см. в руководстве по эксплуатации). Модуль считывает данные по шине и с заданным периодом передаёт по интерфейсу RS-485 температуру в формате ASCII. Пример сообщения: «Te= 30,21 C».

4.9. Analog_Amperage_inputs – Аналоговые входы (сила тока)

Пример предназначен для модуля MC-4A7D4R4O-ST. Программа считывает токовые сигналы с четырёх аналоговых входов, настроенных в режим приёмника токового сигнала. Полученные значения преобразуются в физические величины тока (в амперах) и передаются по интерфейсу RS-485 со скоростью 115200 бод. В последовательный терминал выводится номер канала и значение тока с точностью до двух знаков после запятой.

Перед запуском примера убедитесь, что движковые переключатели находятся в положении «ON» - подробнее в руководстве по эксплуатации (п.5.2 Органы управления ПЛК).

4.10. Analog_Voltage_inputs – Аналоговые входы (напряжение)

Пример предназначен для модуля MC-4A7D4R4O-ST. Программа считывает аналоговые сигналы с четырёх входов контроллера и передаёт результаты измерений напряжения по интерфейсу RS-485 со скоростью 115200 бод. Каждые 3 секунды в последовательный терминал отправляется текстовое сообщение, содержащее номер канала и измеренное напряжение в вольтах. Пример демонстрирует базовую работу с аналоговыми входами и последовательной передачей данных.

Перед запуском примера убедитесь, что движковые переключатели находятся в положении «OFF» - подробнее в руководстве по эксплуатации (п.5.2 Органы управления ПЛК).

Лист регистрации изменений

Дата изменения	Описание изменения	Примечание