Встроенное программное обеспечение
Э5_ВПО_ЗПУ(А)

Руководство системного программиста

2025

Авторские права на данную документацию принадлежат ООО НПП «ЭКРА» (г. Чебоксары). Снятие копий или перепечатка разрешаются только по согласованию с разработчиком. Замечания и предложения по руководству системного программиста направлять по адресу: ekra5@ekra.ru.

Содержание

Обозначения и сокращения 4
1 Общие сведения 5
2 Назначение 6
3 Среда разработки и требования к техническим средствам 7
3.1 Среда разработки ПО МКУ 7
3.2 Среда разработки ПО панели управления 7
3.3 Среда разработки ПО конфигурации HMI сенсорной панели оператора 7
4 Описание программного обеспечения 8
4.1 Описание ПО МКУ 8
4.2 Описание ПО панели управления 9
4.3 Описание ПО конфигурации HMI сенсорной панели оператора 9
5 Подготовка к работе 10
5.1 Подготовка к работе ПО МКУ 10
5.1.1 Состав и содержание дистрибутивного носителя данных ПО МКУ 10
5.1.2 Порядок загрузки данных и проверка работоспособности ПО МКУ 10
5.2 Подготовка к работе ПО панели управления 12
5.2.1 Состав и содержание дистрибутивного носителя данных ПО панели управления 12
5.2.2 Порядок загрузки данных и проверка работоспособности ПО панели управления 12
5.3 Подготовка к работе ПО конфигурации HMI сенсорной панели оператора 15
5.3.1 Состав и содержание дистрибутивного носителя данных ПО конфигурации HMI сенсорной панели оператора 15
5.3.2 Порядок загрузки данных и проверка работоспособности ПО конфигурации HMI сенсорной панели оператора 15

Обозначения и сокращения

В настоящем документе применены термины и сокращения:

– ЗПУ – зарядно-питающее устройство;

– АБ – аккумуляторная батарея;

– СБППТ – система бесперебойного питания переменного тока;

– ПО – программное обеспечение;

– ЭВМ – электронно-вычислительная машина;

– АРМ – автоматизированное рабочее место;

– ОЗУ – оперативное запоминающее устройство;

– ПЗУ – постоянное запоминающее устройство.

1 Общие сведения

1.1 Настоящий документ является руководством системного программиста встроенного программного обеспечения Э5_ВПО_ЗПУ(А) для тиристорных зарядно-питающих устройств серий ЗПУ и ЗПУА.

1.2 В документе содержится информация о средах разработки, требованиях к техническим средствам, применяемым в процессе разработки программного обеспечения, а также последовательность действий для интеграции с аппаратной платформой.

1.3 Э5_ВПО_ЗПУ(А) имеет свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025689249 от 27.10.2025 г.

2 Назначение

2.1 Программное обеспечение (далее ПО) Э5_ВПО_ЗПУ(А) предназначено для обеспечения функционирования тиристорных зарядно-питающих устройств серии ЗПУ и ЗПУА и состоит из:

– ПО платы микроконтроллера платы управления преобразователем (далее ПО МКУ);

– ПО платы кнопочной панели управления (далее ПО панели управления);

– ПО модуля визуализации сенсорной панели оператора (далее ПО конфигурации HMI).

– ПО МКУ предназначено для реализации цифровой системы управления тиристорных зарядно-питающих устройств серии ЗПУ и ЗПУА.

2.2 ПО панели управления предназначено для реализации взаимодействия оператора с тиристорными зарядно-питающими устройствами серий ЗПУ и ЗПУА с помощью кнопочной панели управления (далее панель управления).

2.3 ПО конфигурации HMI предназначено для реализации взаимодействия оператора с тиристорными зарядно-питающими устройствами серий ЗПУ и ЗПУА через графический интерфейс сенсорной панели управления (далее панель оператора).

3 Среда разработки и требования к техническим средствам

3.1 Среда разработки ПО МКУ

3.1.1 Средой разработки ПО МКУ является интегрированная среда разработки Code Composer Studio версии 12.4.0.00007.

3.1.2 Минимальные системные требования АРМ: ОЗУ 4 Гбайт, ПЗУ 2,5 Гбайт, процессор 2.0 ГГц, 64 битная операционная система: Windows 7 (SP1), 8, 10, 11/ Ubuntu 18.04 64bit, 20.04 64bit, 22.04 64bit

3.1.3 Для тестирования и загрузки ПО МКУ применяется программатор-отладчик «TI JTAG Emulator XDS100v3» или аналог, а также ПО «UniFlash» для записи во встроенную FLASH-память микроконтроллера.

3.1.4 Тестирование платы управления тиристорного ЗПУ со встроенным ПО МКУ выполняется заводом-изготовителем на специальном проверочном стенде при наладке устройства.

3.2 Среда разработки ПО панели управления

3.2.1 Средой разработки ПО панели управления является интегрированная среда разработки Atmel Studio версии 7.0.

3.2.2 Минимальные системные требования АРМ: ОЗУ 2 Гбайт, ПЗУ 6 Гбайт, процессор 2.0 ГГц, 64 битная операционная система: Windows 7, 8, 8.1, 10, 11 (32/64-bit)

3.2.3 Для записи ПЗУ микроконтроллера ПО панели управления применяется внутрисхемный AVR программатор AS4E или аналог, а также ПО «Программа ASISP» версии 11.70 с драйвером «USB-драйвер для программаторов AS3/AS3E/AS3M/AS4E/AS-4, версия 10.1.3».

3.2.4 Тестирование панели управления со встроенным ПО выполняется заводом-изготовителем на специальном проверочном стенде при наладке устройства.

3.3 Среда разработки ПО конфигурации HMI сенсорной панели оператора

3.3.1 Средой разработки ПО конфигурации HMI сенсорной панели оператора является ПО конфигуратора «Конфигуратор СП300».

3.3.2 ПО «Конфигуратор СП300» работает под управлением операционных систем Microsoft Windows XP/ Vista/7/8/10

3.3.3 Запись выходного файла проекта ПО конфигурации HMI в сенсорную панель производится непосредственно в среде ПО «Конфигуратор СП300» через USB интерфейс.

3.3.4 Тестирование сенсорной панели оператора выполняется заводом-изготовителем на специальном проверочном стенде при наладке устройства.

4 Описание программного обеспечения

4.1 Описание ПО МКУ

4.1.1 ПО МКУ платы управления тиристорного ЗПУ представляет собой файл с набором машинных инструкций (объектный файл) для целевого микроконтроллера платы управления преобразователем, полученный в процессе компилирования из исходного кода.

4.1.2 Исходный код ПО МКУ написан на языке программирования С.

4.1.3 Основные функции встроенного ПО МКУ:

– 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 по протоколу 1-wire;

– осуществление функции температурной компенсации зарядного напряжения АБ;

– опрос цифровых датчиков тока / температуры АБ по протоколу Modbus RTU;

– 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 ЗПУ;

– 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 ЗПУ 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.

4.2 Описание ПО панели управления

4.2.1 ПО панели управления представляет собой файл с набором машинных инструкций (объектный файл) для целевого микроконтроллера панели управления, полученный в процессе компилирования из исходного кода.

4.2.2 Основные функции встроенного ПО панели управления:

– реализация протокола связи Modbus RTU Master для связи с платой управления;

– реализация протокола связи Modbus RTU Slave для связи с системой АСУТП верхнего уровня;

– измерение и индикация измерений преобразователя;

– индикация режимов работы;

– прием команд и уставок задания от эксплуатирующего персонала с ограничением доступа по паролю;

– управление информационными светодиодами панели управления;

– мониторинг состояния защитной и коммутационной аппаратуры;

– отображение активных предупредительных и аварийных событий;

– хранение в энергонезависимой памяти и отображение архива предупредительных и аварийных событий с меткой времени возникновения события.

4.3 Описание ПО конфигурации HMI сенсорной панели оператора

4.3.1 ПО конфигурации HMI сенсорной панели оператора представляет собой файл проекта, загружаемый в сенсорную панель и состоит из совокупности пользовательских экранов, отображаемых на экране панели в процессе эксплуатации.

4.3.2 ПО конфигурации HMI сенсорной панели оператора обеспечивает следующие функции:

– индикация графической однолинейной мнемосхемы силовой части устройства и АБ;

– измерение и индикация измерений преобразователя;

– индикация режимов работы;

– прием команд и уставок задания от эксплуатирующего персонала с ограничением доступа по паролю;

– мониторинг состояния защитной и коммутационной аппаратуры;

– отображение активных предупредительных и аварийных событий;

– реализация протокола связи Modbus RTU Master для связи с платой управления;

– реализация протокола связи Modbus RTU Slave для связи с системой АСУТП верхнего уровня;

– реализация протокола связи Modbus TCP Slave для связи с системой АСУТП верхнего уровня;

– хранение в энергонезависимой памяти и отображение архива предупредительных и аварийных событий с меткой времени возникновения события.

5 Подготовка к работе

5.1 Подготовка к работе ПО МКУ

5.1.1 Состав и содержание дистрибутивного носителя данных ПО МКУ

5.1.1.1 ПО МКУ содержит скомпилированный код управления, подготовленный для загрузки на специализированный контроллер.

5.1.2 Порядок загрузки данных и проверка работоспособности ПО МКУ

5.1.2.1 Установить ПО Uniflash версии 4.1 и драйвер программатора на АРМ.

5.1.2.2 Подключить программатор к АРМ и проверить правильность установки драйверов для него в диспетчере устройств (см. рисунок 1).

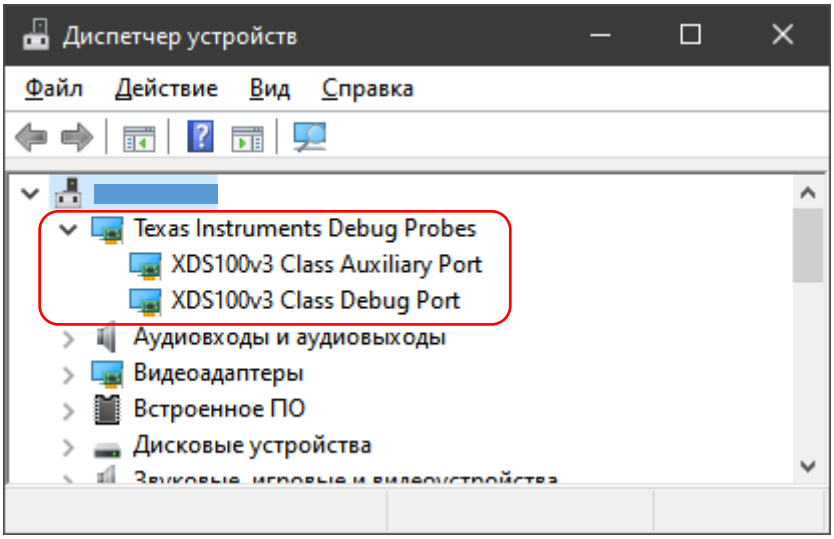

Рисунок 1. Обнаружение программатора компьютером

5.1.2.3 Подключить программатор к JTAG-разъёму платы управления, надежно закрепив провода. Подключить питание к плате управления тиристорного ЗПУ.

5.1.2.4 Запустить ПО Uniflash в поле выбора целевого микроконтроллера выбрать тип TMS320F28335, нажать кнопку Start. (см. рисунок 2).

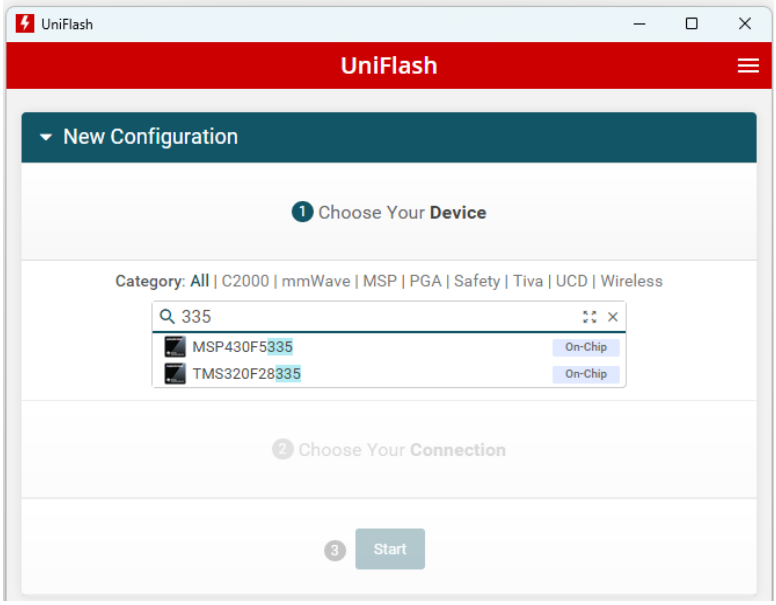

Рисунок 2. Выбор целевого микроконтроллера.

5.1.2.5 В следующем окне выбрать используемый программатор и нажать кнопку Start. (см. рисунок 3).

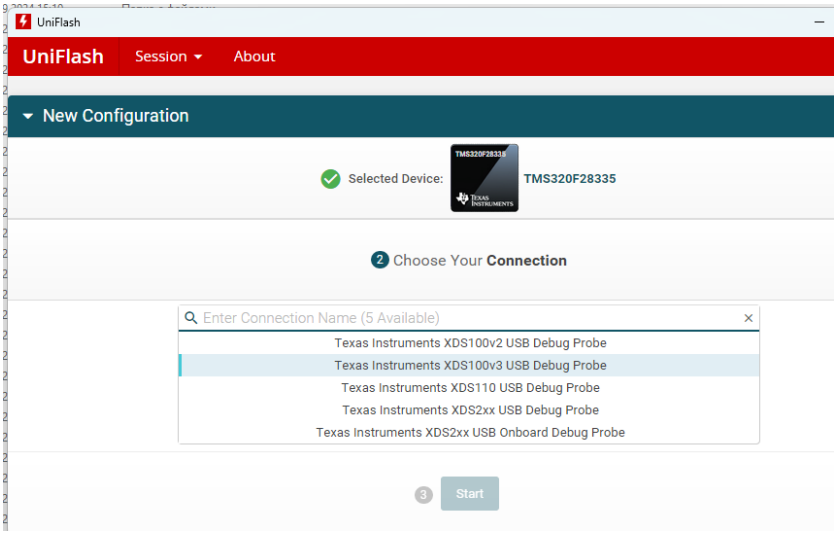

Рисунок 3. Выбор программатора

5.1.2.6 Далее в поле «Flash Image(s)» выбрать объектный файл ПО с расширением «*.out» для загрузки в целевой микроконтроллер и нажать кнопку Load Image для начала процесса загрузки (см. рисунок 4).

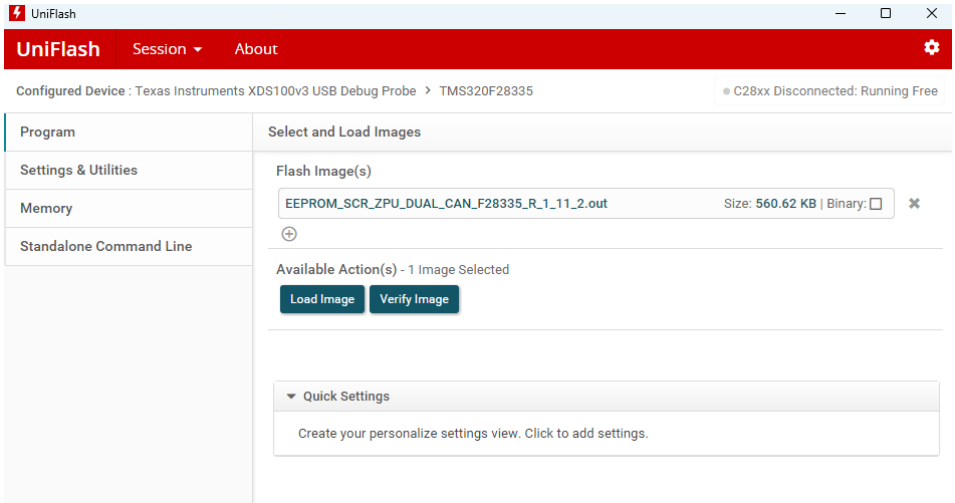

Рисунок 4. Окно выбора файла с ПО

5.1.2.7 После прошивки микроконтроллера в окне консоли должно появиться сообщение об успешном завершении процесса (в случае ошибки выйдет соответствующее сообщение).

5.1.2.8 Дальнейшая проверка работоспособности платы управления производится специально обученным персоналом на специализированном стенде согласно инструкции по наладке тиристорных зарядно-питающих устройств серии ЗПУ и ЗПУА.

5.2 Подготовка к работе ПО панели управления

5.2.1 Состав и содержание дистрибутивного носителя данных ПО панели управления

ПО панели управления содержит скомпилированный код управления, подготовленный для загрузки на специализированный контроллер.

5.2.2 Порядок загрузки данных и проверка работоспособности ПО панели управления

5.2.2.1 Подключить программатор к АРМ и проверить правильность установки драйвера в диспетчере устройств (см. рисунок 5

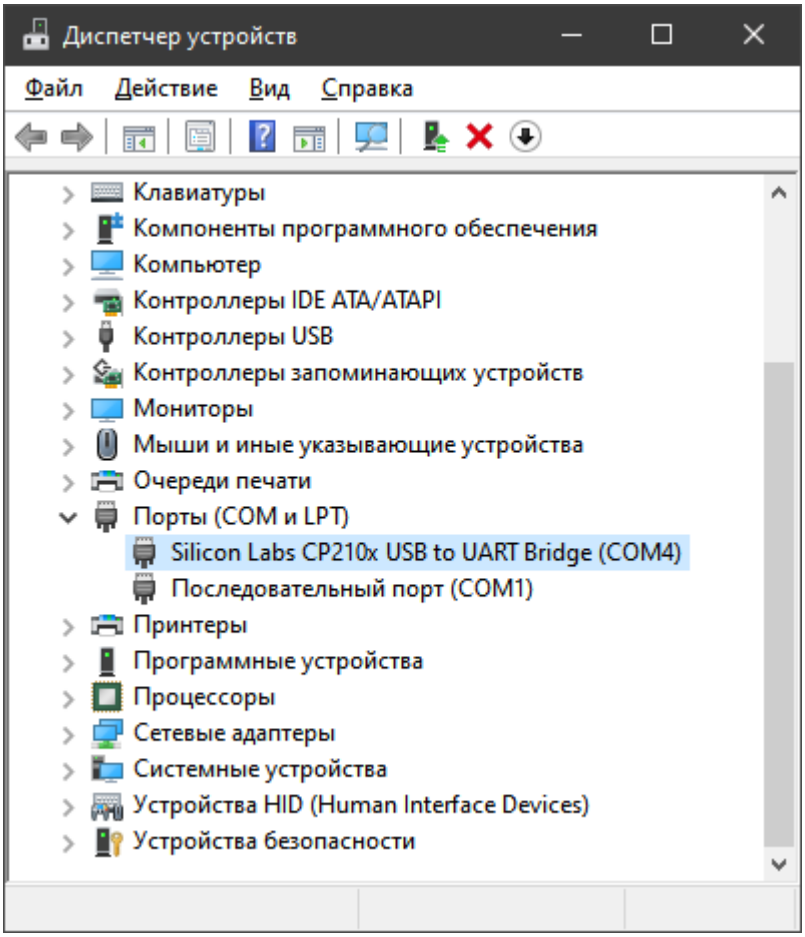

Рисунок 5. Обнаружение программатора ASISP компьютером

5.2.2.2 Подключить программатор к разъему программирования платы панели управления (разъем X2). **Подключение программатора производить при отключенной панели управления. Корпус компьютера и корпус блока питания 220/24В, через который питается панель управления, должны быть надлежащим образом заземлены через сетевые вилки во избежание повреждения программатора и оборудования выравнивающими токами.** Включить питание панели управления.

5.2.2.3 Запустить программу ПО ASISP, выбрать русский язык интерфейса (Settings > Select language > Russian/Русский). В окне ПО ASISP выставить скорость работы программатора 4us (250 kHz) и нажать на кнопку «Чтение сигнатуры». В случае успешного соединения в поле состояния ПО ASISP должна отобразиться надпись: «Сигнатура 1E 97 02 – ATmega128/128A».

5.2.2.4 В окне ПО ASISP «Настройки > Lock/Fuse биты» выставить комбинацию настроек однократно программируемых битов (см. рисунок 6).

5.2.2.5 Внимательно проверить выставленные Fuse биты и нажать на кнопку «Программировать». В случае успешной записи выведется сообщение: «Lock/fuse биты запрограммированы». Далее проверить правильность программирования нажатием кнопки

«Проверить». В случае успешной записи выведется сообщение: «Проверка fuse-битов и битов защиты OK». Закрыть окно «Lock/Fuse биты».

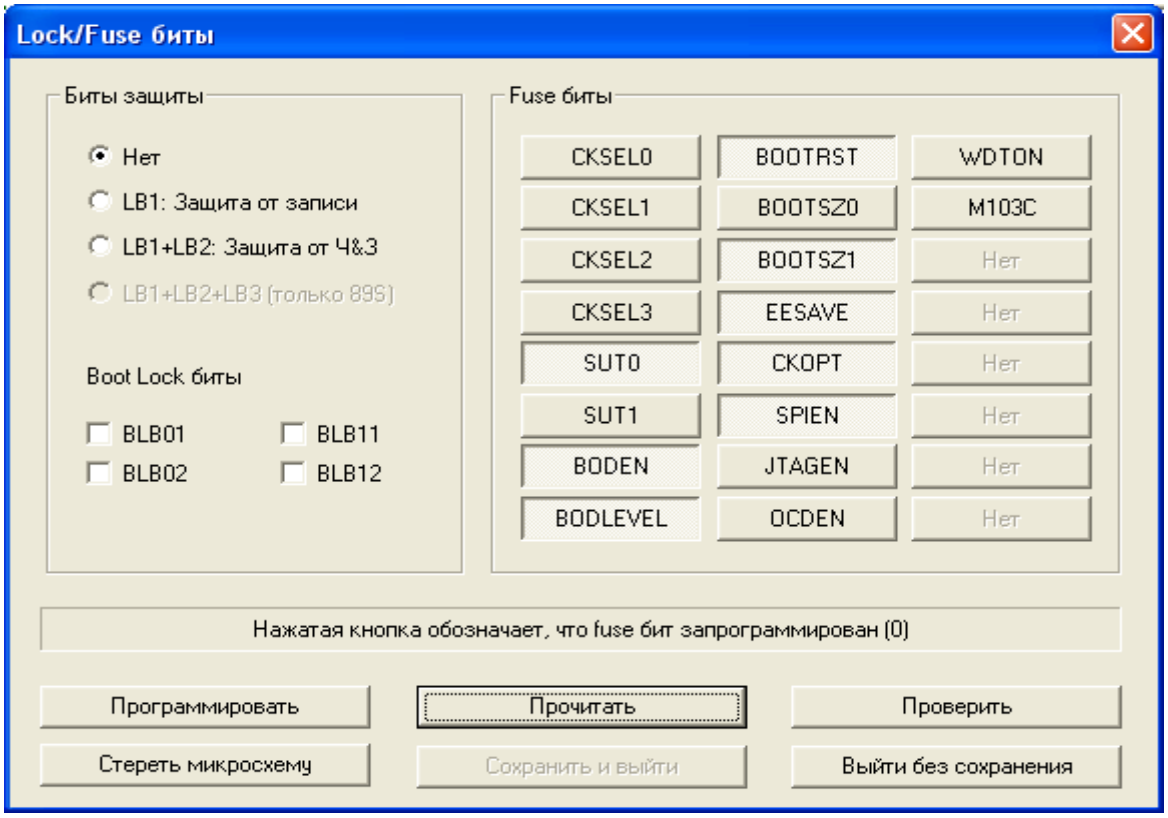

Рисунок 6. Комбинация настроек Fuse бит

5.2.2.6 В окне ПО ASISP выставить скорость работы программатора «4us (250 kHz)» и нажать на кнопку «Чтение сигнатуры». В случае успешного соединения в нижнем левом поле ПО ASISP должна отобразиться надпись: «Сигнатура 1E 97 02 – ATmega128/128A». Далее нажать кнопку «Стирание микросхемы». При успешном стирании в левом нижнем углы отобразится надпись «Микросхема стерта».

5.2.2.7 В окне ПО ASISP «Flash» выбрать файл «прошивки» панели управления «E5_ZPU_ZPUA_PU.hex». Далее нажать кнопку «Программир. Flash», после чего начнется процесс записи ПЗУ. Нажать кнопку «Проверка Flash» для проверки правильности записи. В случае правильности записи в поле состояния отобразится надпись: «Проверка Flash: OK». В момент окончания прошивки ПУ необходимо обратить внимание на наличие звукового сигнала и правильного включения всех лицевых светодиодов.

5.2.2.8 Дальнейшая проверка работоспособности панели управления производится на специализированном стенде специально обученным персоналом согласно инструкции по наладке тиристорных зарядно-питающих устройств серии ЗПУ и ЗПУА.

5.3 Подготовка к работе ПО конфигурации HMI сенсорной панели оператора

5.3.1 Состав и содержание дистрибутивного носителя данных ПО конфигурации HMI сенсорной панели оператора

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

5.3.2 Порядок загрузки данных и проверка работоспособности ПО конфигурации HMI сенсорной панели оператора

5.3.2.1 Установить ПО SP300_project_V2.D3k-5. В процессе установки согласиться с установкой драйверов.

5.3.2.2 Соединить кабелем типа «USB A – USB B» АРМ с разъемом программирования панели управления.

5.3.2.3 Открыть файл соответствующего проекта конфигурации HMI и нажать на пиктограмму загрузки проекта (на рисунке 7 выделено красным).

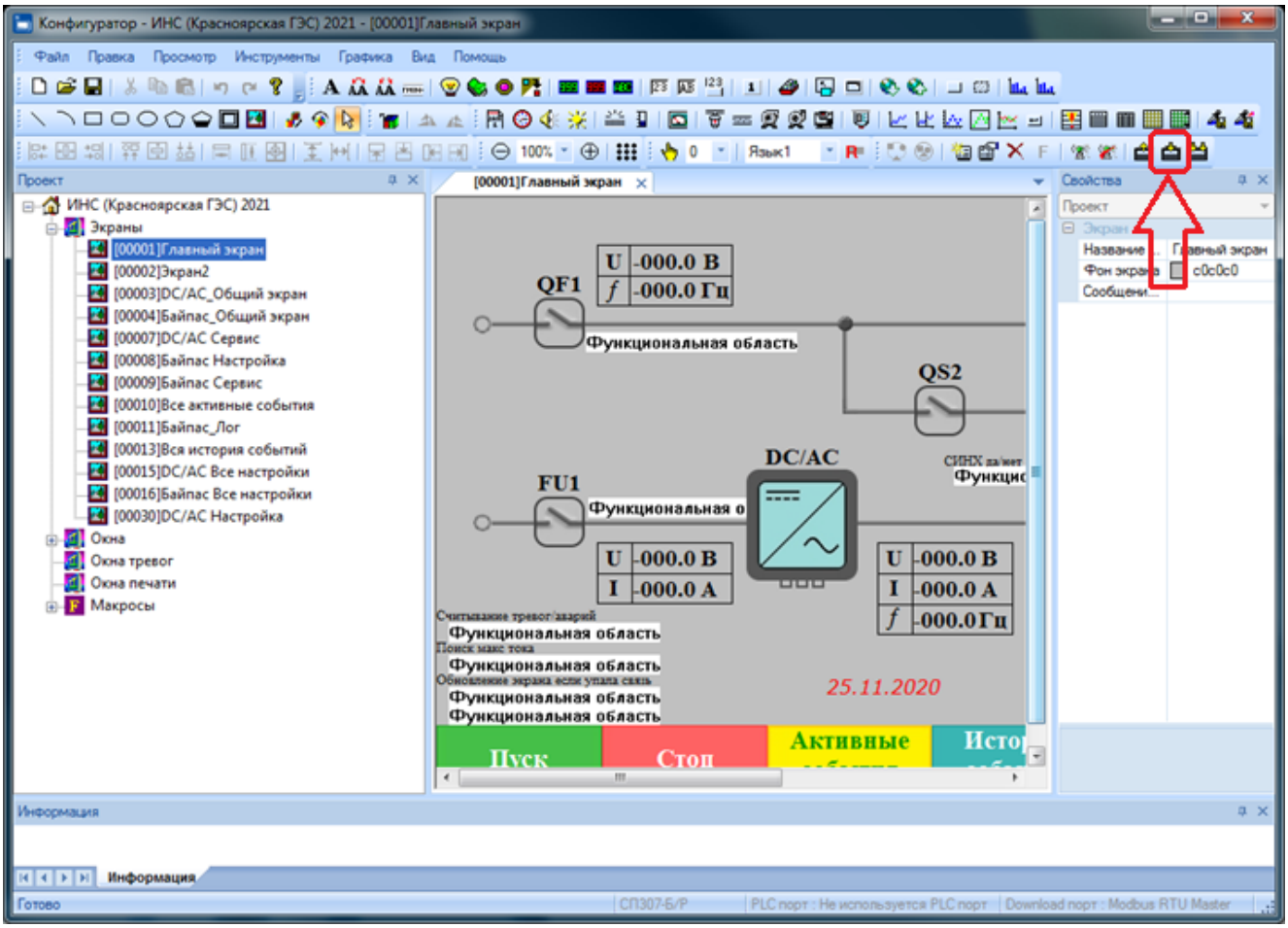

Рисунок 7. Окно загрузки проекта в ПО «Конфигуратор СП300»

5.3.2.4 Дождаться завершения загрузки проекта, и отключить кабель программирования от панели.