

ООО НПК «Нуклерон»®

ПРОГРАММИРУЕМОЕ РЕЛЕ  
NUC-242, NUC-243, NUC-247, NUC-251

РУКОВОДСТВО ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ  
НУЛС.468333.012 РП (REV2)

## Оглавление

1 Общие сведения .....	3
2 Обеспечение связи YAPLC-IDE с программируемым реле .....	3
3 Создание программы .....	4
3.1 Создание нового проекта .....	5
3.2 Конфигурация проекта .....	5
3.3 Создание переменных и ресурсов .....	5
3.4 Создание программы .....	7
3.5 Запуск программы в программируемом реле .....	7
4 Связь переменных проекта с портами программируемого реле .....	8
4.1 Определение переменных семисегментного индикатора. ....	8
4.2 Определение переменных светодиодов передней панели. ....	11
4.3 Адреса переменных диагностики. ....	12
4.4 Переменные для работы с Modbus-slave. ....	13
4.5 Описание дискретных входов. ....	14
4.6 Описание аналоговых входов. ....	14
4.7 Описание дискретных выходов. ....	15
4.8 Описание аналоговых выходов. ....	15
5 Ошибки среды выполнения .....	16
6 Используемые сокращения и аббревиатуры .....	17
7 QR ссылки .....	18
8 Список изменений документа .....	18

## 1 Общие сведения

Настоящая инструкция описывает основные способы работы с программируемыми реле NUC-24х/251 в среде разработки YAPLC. Так же рекомендуется ознакомиться с руководством по эксплуатации (РЭ) на используемое программируемое реле. Актуальные редакции РЭ доступны на сайте [www.nucleron.ru](http://www.nucleron.ru).

Для обеспечения требуемого функционирования программируемого реле перед вводом в эксплуатацию требуется загрузить в энергонезависимую память программу управления. Для создания программы управления и загрузки программы в программируемое реле следует использовать программное обеспечение (ПО) YAPLC-IDE. Актуальная версия ПО доступна по ссылке указанной на сайте <https://github.com/nucleron/YAPLC> (см. QR код рис. 22 стр. 18).

Так же, по запросу, ПО может поставляться на оптическом диске (CD или DVD) в комплекте с контроллером.

## 2 Обеспечение связи YAPLC-IDE с программируемым реле

Загрузка программы в контроллер NUC-243 производится с помощью USB адаптера NUC-246 НУЛС.426487.008.

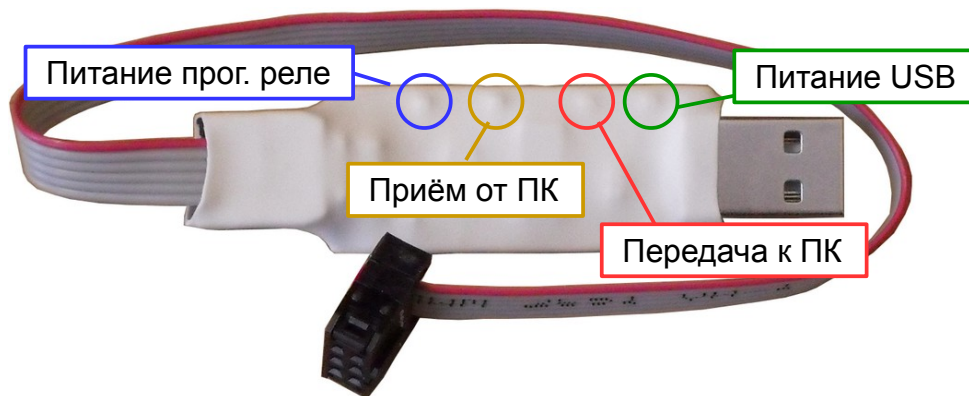


Рисунок 1 - Внешний вид USB адаптера NUC-246

USB адаптер NUC-246 следует подключать к USB порту персонального компьютера (ПК). Для подключения USB адаптера к программируемому реле необходимо использовать шестиконтактный шлейф. Подключение следует производить к разъёму «Прог.» на передней панели программируемого реле учитывая ориентацию ключа разъёма в соответствии с руководством по эксплуатации.

Порядок подключения USB адаптера к программируемому реле, USB разъёму ПК и подача питания на программируемое реле значения не имеют.

USB адаптер NUC-246 имеет четыре светодиодных индикатора для отображения режима работы (см. рис. 1).

При первом подключении USB адаптера к компьютеру с ОС MS Windows потребуется установка соответствующего драйвера. В случае если установка драйвера не произошла в автоматическом режиме, драйвер следует установить вручную. Необходимый драйвер доступен по адресу <http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm>. QR ссылка показана на рис. 23 (стр. 18).

Далее следует определить номер используемого адаптером NUC-246 последовательного порта. Пример окна «Диспетчер устройств» для ОС Windows 7 показан на рисунке 2.

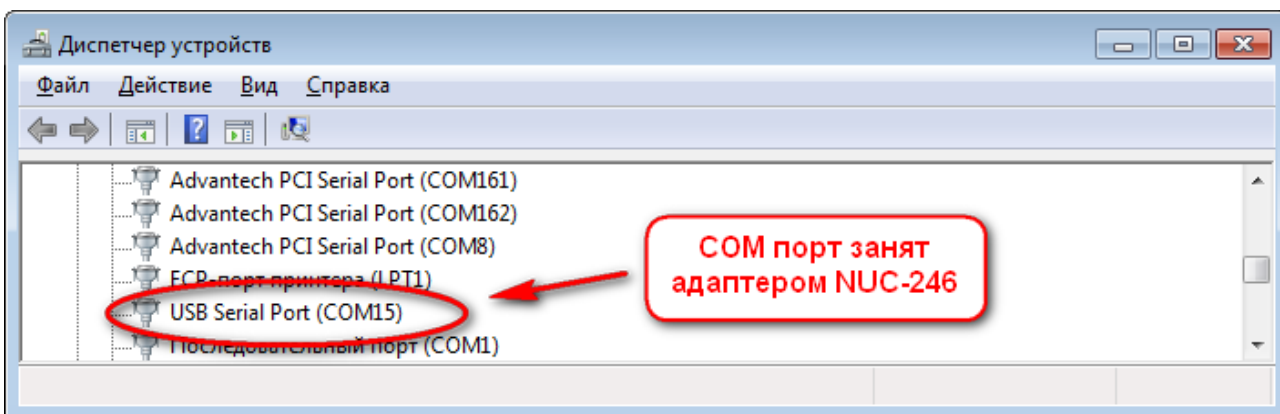


Рисунок 2 - Определение номера порта в Windows 7

Для обеспечения связи программного обеспечения YAPLC-IDE с программируемым реле во вкладке проекта «Конфигурация» следует указать адрес в виде YAPLC://COMxx используемого USB адаптером NUC-246, см. рисунок 3. Так же следует указать используемую целевую платформу, например, «NUC243».

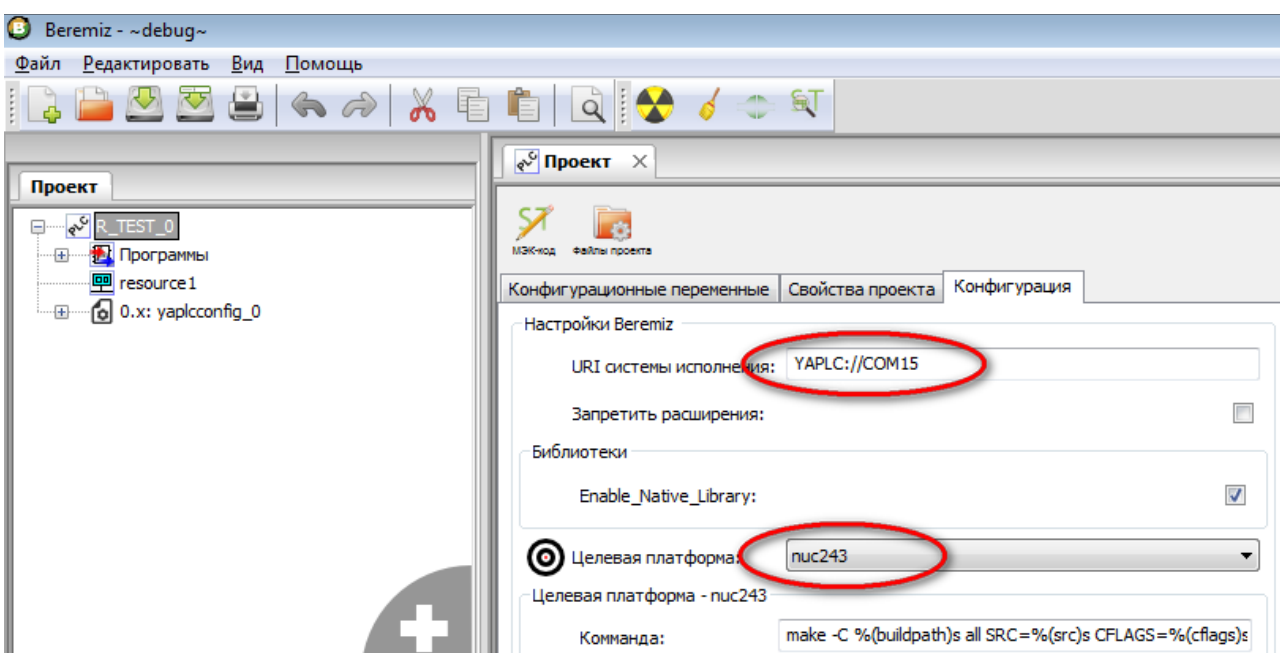


Рисунок 3 - Указание номера порта в YAPLC-IDE

Собственно подключение среды разработки к программируемому реле производится нажатием кнопки на панели инструментов, см. рис. 4. Предварительно на программируемое реле должно быть подано напряжение питания.



Рисунок 4 - Подключение к программируемому реле

### 3 Создание программы

В этом разделе описаны основные шаги по созданию нового программного проекта в среде разработки YAPLC. Все файлы проекта среда разработки хранит в отдельном каталоге (папке). Соответственно, создание нового проекта или открытие

ранее созданного эквивалентно созданию и открытию каталога.

### 3.1 Создание нового проекта

Создание нового проекта производится в соответствии с рисунком 5. Пункт меню «Файл — Новый». Далее, следует выбрать язык программирования для первого в проекте файла программы. После этого новый проект создан и следует переходить к конфигурации проекта.

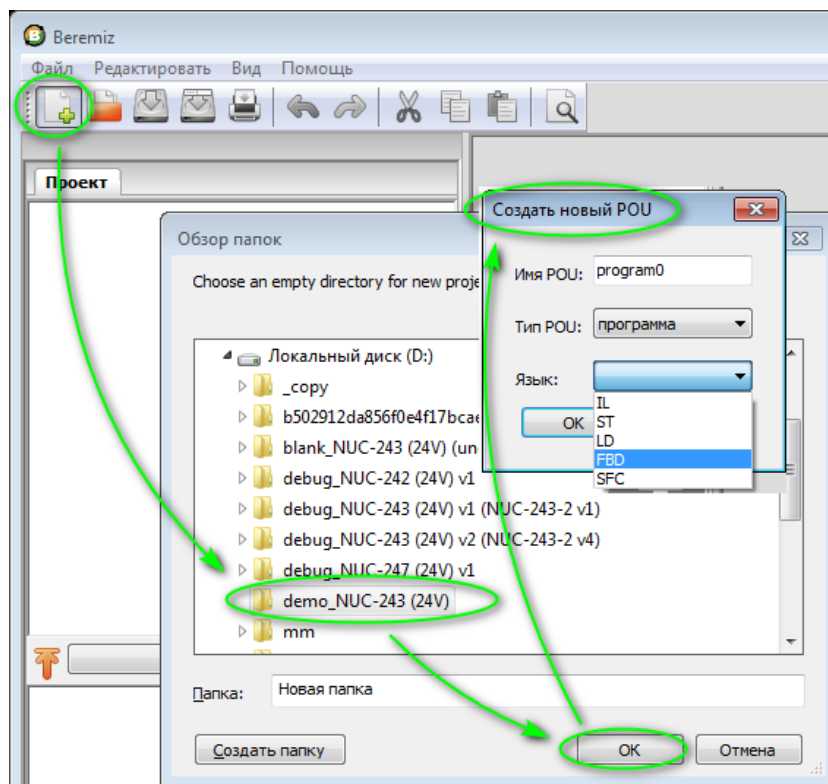


Рисунок 5 - Создание нового проекта

### 3.2 Конфигурация проекта

В соответствии с рисунком 3 необходимо выбрать целевую платформу и, при необходимости, установить связь с целевым устройством.

### 3.3 Создание переменных и ресурсов

Перед созданием переменных и ресурсов необходимо в соответствии с рисунком 6 добавить в проект конфигурацию программируемого реле.

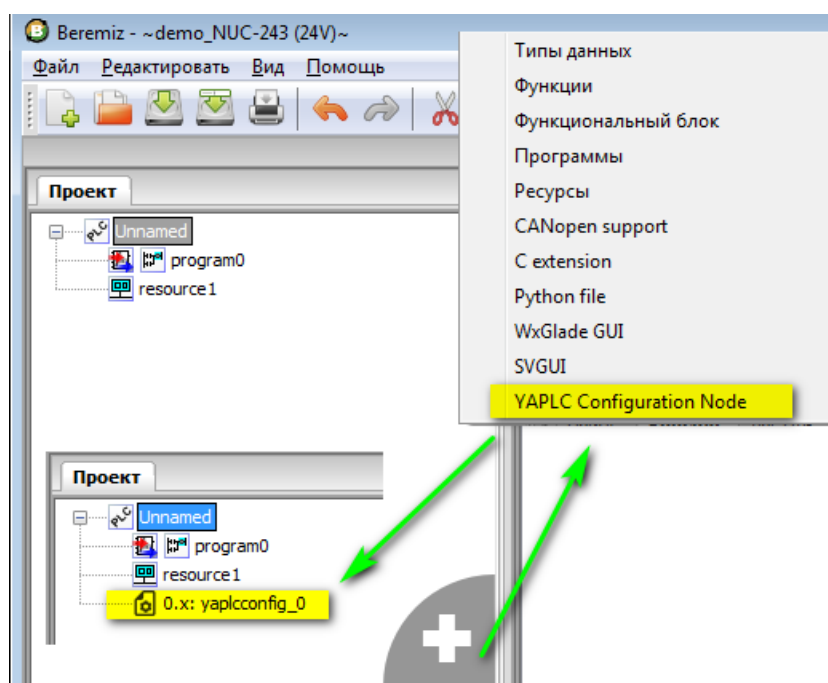


Рисунок 6 - Добавление конфигурационных данных

Далее, для примера, создаётся переменная соответствующая зелёному светодиоду «6» передней панели программируемого реле. Во вкладке «Конфигурационные переменные» следует добавить переменную (см. рис. 7), изменить имя заданное по умолчанию на соответствующее применению переменной, изменить тип переменной - для управления светодиодом требуется BOOL, задать адрес переменной (подробнее см. в п. 4.2).

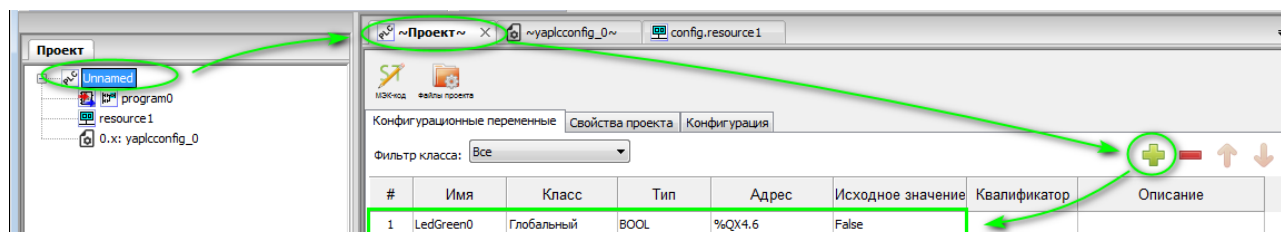


Рисунок 7 - Создание переменных

В файле ресурсов создаются один или несколько таймеров для управления работой программы, см. рис. 8. В примере показано что программа program0 будет циклически выполняться каждые 20 мс.

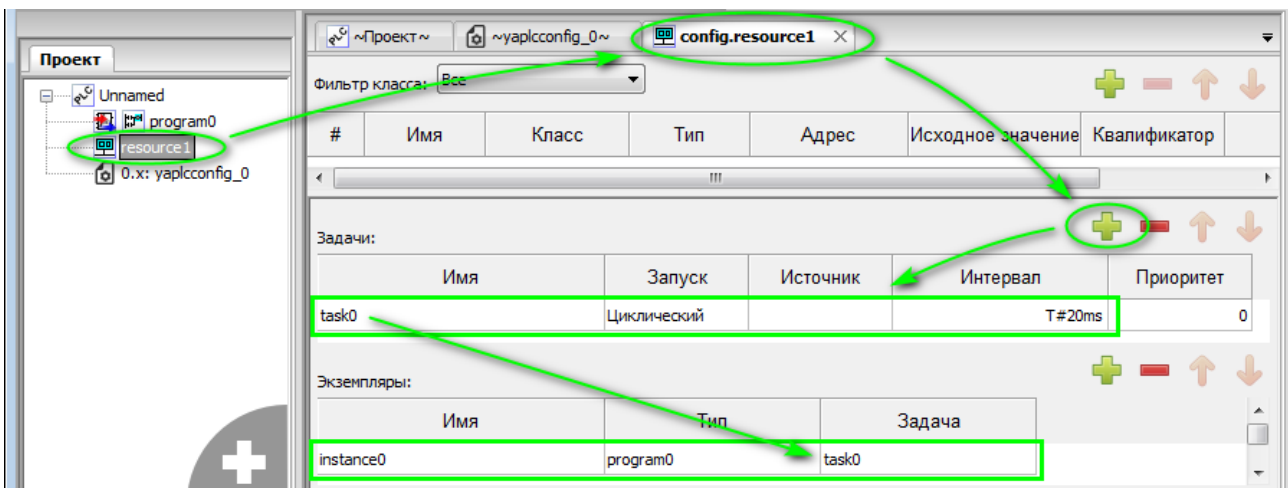


Рисунок 8 - Создание таймеров

### 3.4 Создание программы

Открыть окно редактирования программы двойным щелчком по «program0». В верхней части экрана необходимо создать локальные переменные для управления светодиодом. Потребуется локальная переменная CLK формирования генератора и внешняя переменная LedGreen0 для непосредственного управления светодиодом. Обе переменные типа BOOL.

Программа создаётся в виде схемы. Для добавления элемента на схему необходимо выбрать необходимый элемент в меню. Для этого следует вызвать меню правым щелчком мыши.

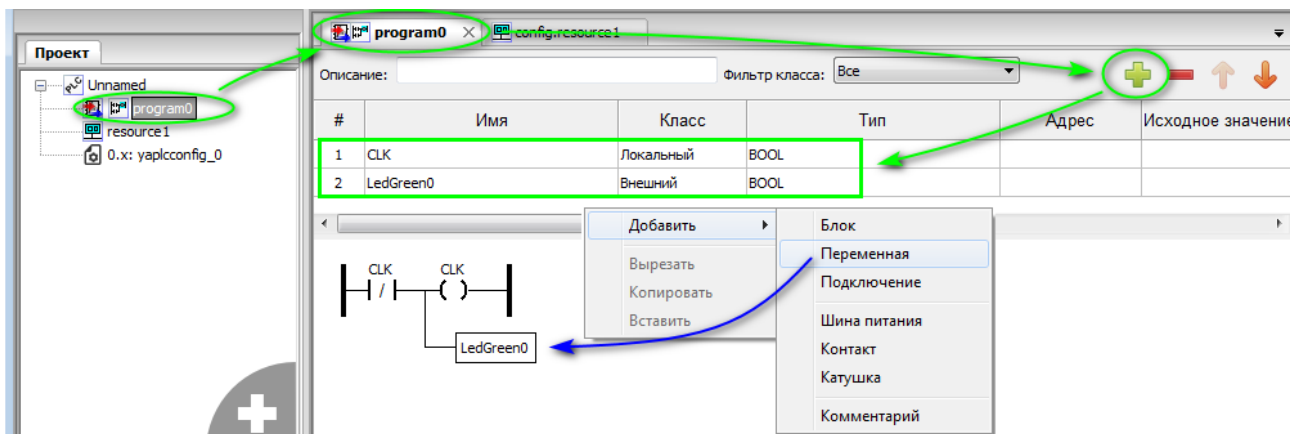


Рисунок 9 - Создание программы

### 3.5 Запуск программы в программируемом реле

Для запуска программы необходимо произвести подключение среды разработки к программируемому реле в соответствии с п. 2.

Далее следует последовательно выполнить очистку директории сборки проекта (1), сборку проекта (2), передачу в программируемое реле (3) и запуск программы (4).



Рисунок 10 - Запуск программы на выполнение

#### 4 Связь переменных проекта с портами программируемого реле

Для связи прикладной программы с ресурсами программируемого реле следует использовать переменные с прямым представлением. На рисунке 11 показана последовательность действий для открытия необходимого окна программы YAPLC-IDE.

Здесь и далее для иллюстрации работы в среде программирования YAPLC-IDE используется программируемое реле NUC-243.

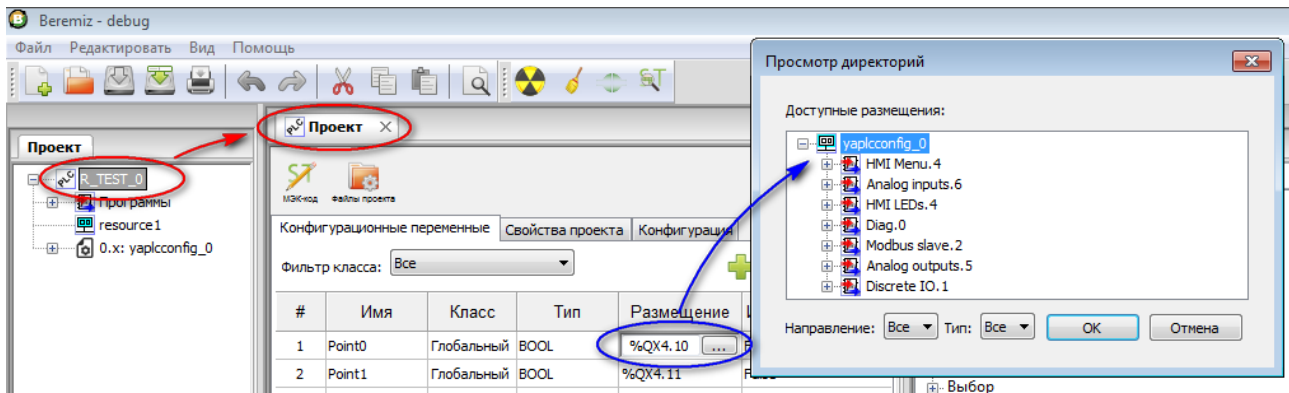


Рисунок 11 - Открытие окна доступных размещений переменных

##### 4.1 Определение переменных семисегментного индикатора.

Определение переменных производится в следующей последовательности.

Добавление «HMI Menu.4». Для этого необходимо кликнуть правой кнопкой мыши по «yaplcconfig\_0» (см. рис. 12).

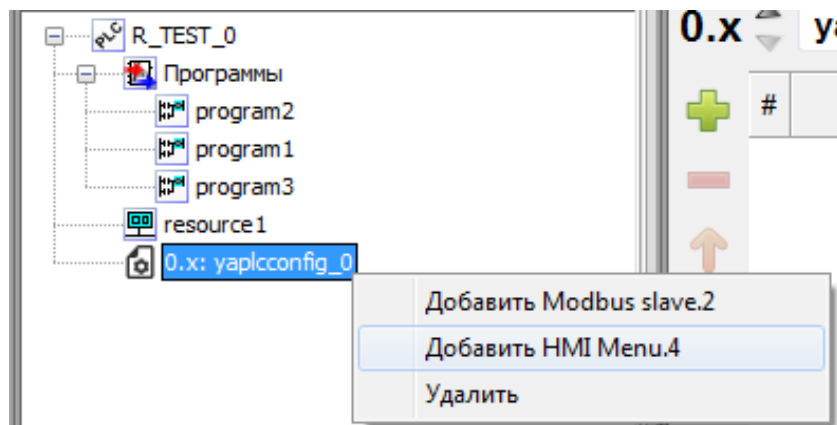


Рисунок 12 - Добавление HMI Menu

Далее, необходимо добавить необходимое количество отображаемых параметров используя меню «Добавить Parameter» (см. рис. 13). Семисегментный индикатор при работе программы может отображать до шестнадцати параметров.



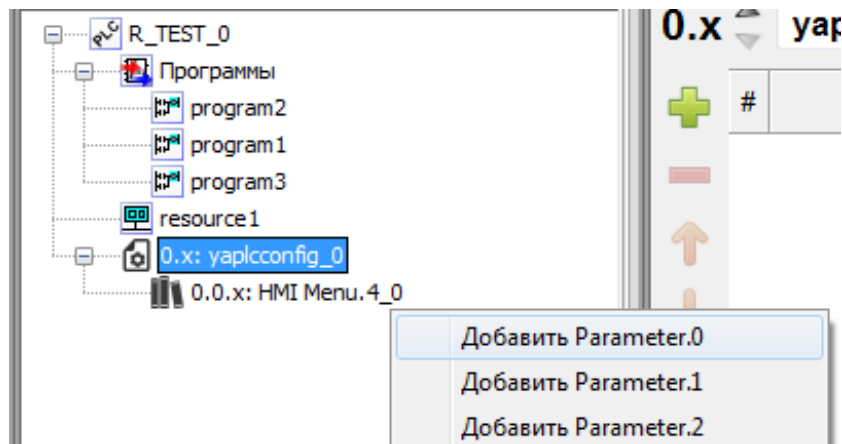


Рисунок 13 - Добавление параметра

С каждым параметром должна быть связана переменная. Для связи переменной с параметром, отображаемым на индикаторе, необходимо создать ячейку памяти соответствующего типа, как показано на рисунке 14.

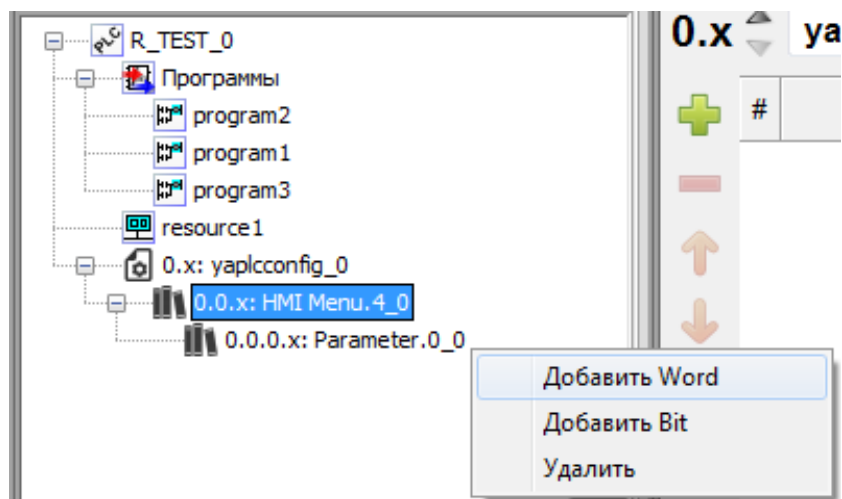


Рисунок 14 - Добавление переменной параметра

Далее, для обеспечения отображения необходимого параметра в программу следует добавить переменные типа INT количеством соответствующим числу отображаемых параметров и указать размещение каждой переменной (см. рис. 15).

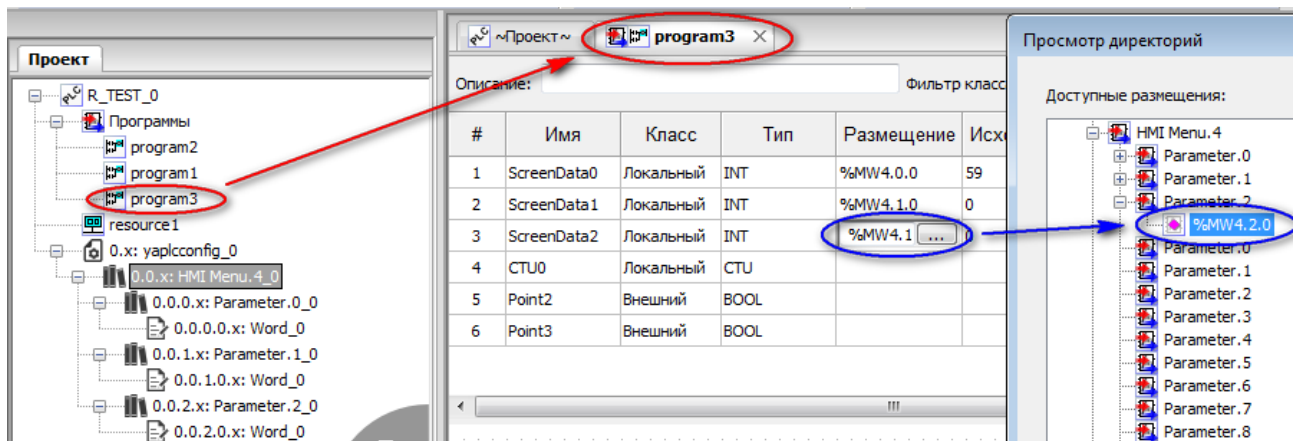


Рисунок 15 - Добавление связи с переменной в программе

Далее, следует добавить переменную в программу как показано на рисун-

ке 16.

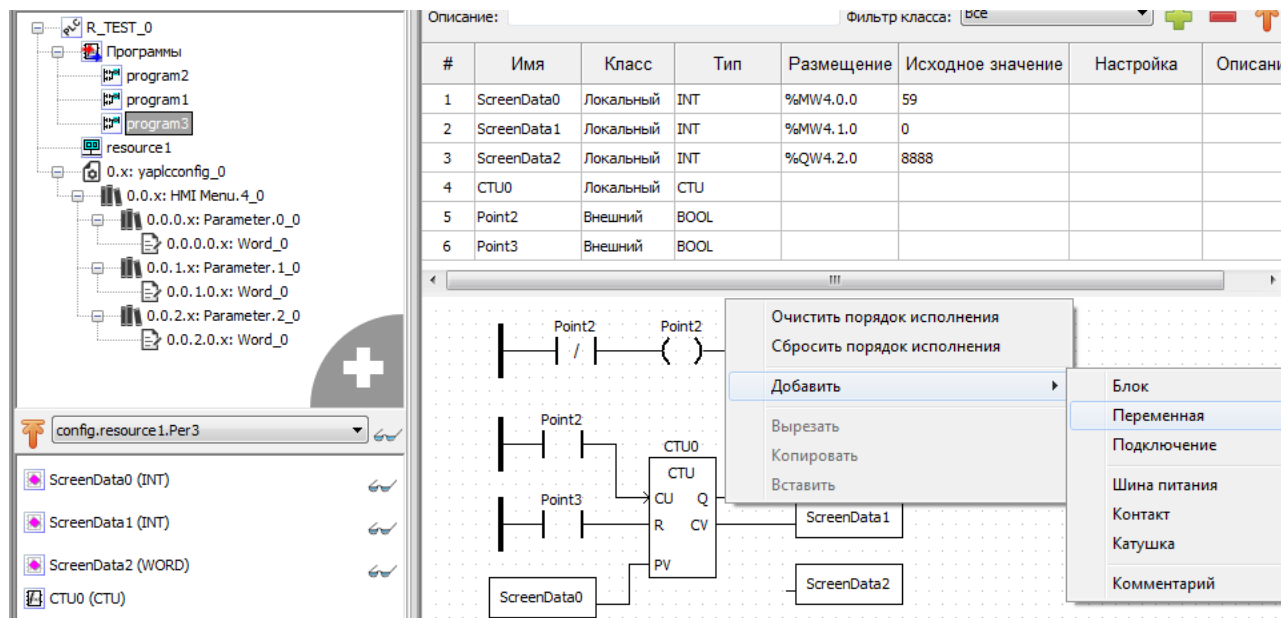


Рисунок 16 - Добавление переменной в программу

Таблица 1 - Адреса параметров индикатора

№	Тип	Значения	Размещение	Комментарий
1	UINT16 BOOL	0...2 <sup>16</sup> - 1 -	%MW4.[Pnum].[Mode] %MX4.[Pnum].[Mode]	Пользовательские параметры HMI.
2	BYTE	0...16	%QB4.0	Номер параметра который будет отображаться на индикаторе через минуту после последнего нажатия на любую кнопку.
3	BYTE	0...24	%IB4.0	Номер текущего отображаемого параметра HMI.

Pnum – номер параметра (номер страницы отображения), Mode – режим работы. См. таблицы 2 и 3. «Только чтение» обозначает что значение параметра не может быть изменено в ходе работы программы с использованием кнопок управления на передней панели программируемого реле. «Чтение и запись» обозначает возможность изменения значения параметра с помощью кнопок. Что может быть использовано в алгоритме программы для настройки работы программируемого реле в ходе эксплуатации.

Таблица 2 - Mode для типа UINT16

Значение	Обозначение	Примечание
0	U16 rw	Отображение без знака, чтение и запись.
1	I16 rw	Отображение со знаком, чтение и запись.
2	HEX rw	Отображение в шестнадцатеричном виде, чтение и запись.
3	U16 ro	Отображение без знака, только чтение.
4	I16 ro	Отображение со знаком, только чтение.
5	HEX ro	Отображение в шестнадцатеричном виде, только чтение.

Таблица 3 - Mode для типа BOOL

Значение	Обозначение	Примечание
0	True/False rw	Отображение «True» или «False», чтение и запись
1	On/Off rw	Отображение «On» или «OFF», чтение и запись
2	True/False ro	Отображение «True» или «False», только чтение.
3	On/Off ro	Отображение «On» или «OFF», только чтение.

Выбор режима работы Mode выполнять в соответствии с рисунком 17.

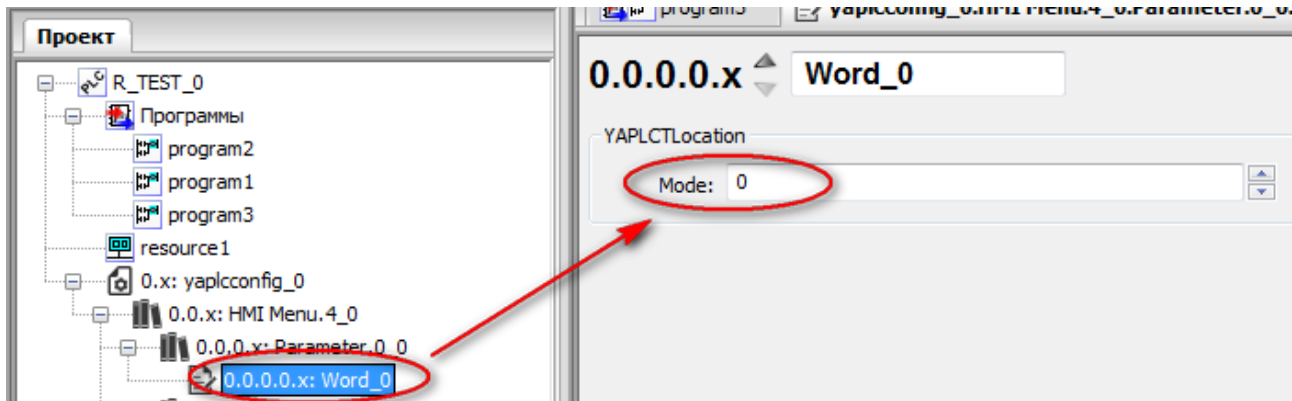


Рисунок 17 - Выбор режима переменной

#### 4.2 Определение переменных светодиодов передней панели.

Адреса для управления светодиодами передней панели перечислены в таблице 4.



Рисунок 18 - HMI LEDs

Таблица 4 - Адреса светодиодов

Назначение	Тип	Значения	Размещение	Комментарий
RG.0	BOOL	True/False	%QX4.0	Зелёный цвет двухцветного светодиода

Назначение	Тип	Значения	Размещение	Комментарий
RG.1	BOOL	True/False	%QX4.1	Красный цвет двухцветного светодиода
Other.[2..5]	BOOL	True/False	%QX4.[2..5]	Верхний ряд, жёлтые светодиоды
Other.[6..9]	BOOL	True/False	%QX4.[6..9]	Нижний ряд, зелёные светодиоды
Dot.[10..13]	BOOL	True/False	%QX4.[10..13]	Точка второго...пятого разрядов индикатора

#### 4.3 Адреса переменных диагностики.

Адреса переменных диагностики указаны в таблице 5.

Таблица 5 - Адреса диагностических переменных

Назначение	Тип	Значения	Размещение	Комментарий
WCET.0	DWORD	0...2 <sup>32</sup> - 1	%MD0.0	Наихудшее время выполнения
HW Faliure.0	BOOL	True/False	%IX0.0	Отказ HSE генератора
HW Faliure.1	BOOL	True/False	%IX0.1	Отказ LSE генератора
Execution status.1	BOOL	True/False	%QX0.1	Критическая ошибка
Execution status.2	BOOL	True/False	%QX0.2	Предупреждение
Execution status.3	BOOL	True/False	%QX0.3	Информация

Отказ HSE – неисправность высокочастотного генератора синхронизации CPU. Происходит автоматическое переключение CPU на работу от HSI. При этом программируемое реле остается работоспособным но падает точность измерения интервалов времени.

Отказ LSE – неисправность низкочастотного генератора RTC. Часы реального времени продолжают функционировать с использованием других тактовых генераторов программируемого реле. При этом программируемое реле остается работоспособным но падает точность измерения интервалов времени, возможен сбой времени и даты часов реального времени в случае перебоев питания.

Информация - включает мигание статусного светодиода «Сост.» зелёным цветом для индикации наличия информации для оператора.

Предупреждение - включает мигание статусного светодиода «Сост.» жёлтым цветом для индикации наличия предупреждения.

Критическая ошибка - останавливает приложение, включает мигание светодиода «Сост.» красным светом для информирования о критической ошибке.

Переменная Execution status с меньшим номером имеет более высокий приоритет.

## 4.4 Переменные для работы с Modbus-slave.

Таблица 6 - Адреса переменных Modbus-slave

№	Назначение	Тип	Значения	Размещение
1	Конфигурация	BOOL	True/False	%QX2.[Addr].[Baud].[Mode]
2	Регистры (32шт.)	WORD	0...2 <sup>16</sup> - 1	%MW2.[0...31]

Addr – адрес устройства, значения 1..244, Baud – скорость передачи данных, Mode - режим: 0 – RTU, 1 – ASCII.

Таблица 7 - Карта адресов Modbus-slave

№	Диапазон адресов	Назначение	Права доступа	Комментарий
1	0	Состояние контроллера	RO	0 - в норме.
2	1...6	Отладочная информация	RO	0 - в норме.
3	7...11	Зарезервировано	RO	
4	12	Состояние дискретных входов	RO	По одному биту на канал
5	13	Состояние дискретных выходов	RO	По одному биту на канал
6	14...17	Состояние аналоговых входов	RO	Для NUC-243, один регистр на канал
7	18...21	Зарезервировано	RO	
8	22, 23	Состояние аналоговых выходов	RO	Для NUC-243, один регистр на канал
9	24, 25	Зарезервировано	RO	
10	26...31	Дата/время	RW	Год, месяц, день, час, мин., с
11	32...63	Пользовательские регистры	RW	Размещение %MW2.[0...31]

#### 4.5 Описание дискретных входов.

Дискретные входы описываются восемью или двенадцатью группами переменных IX, по числу дискретных входов (для NUC-243 и для NUC-247/251 соответственно), см. рисунок 19. Переменные перечислены в таблице 8.

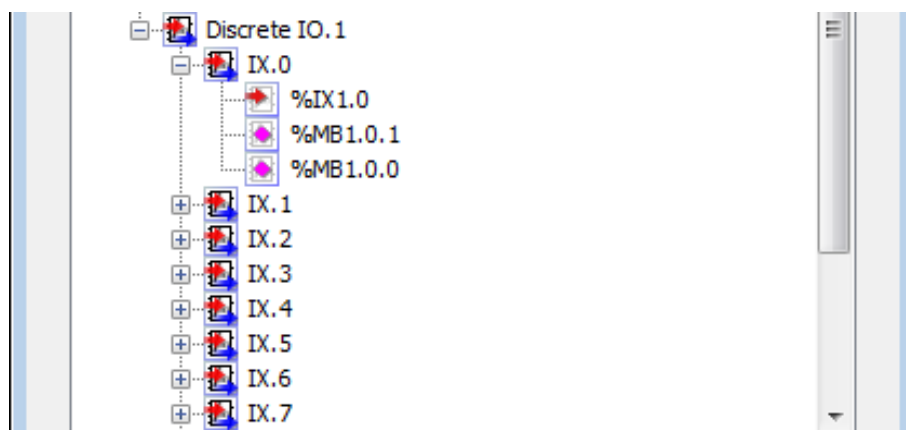


Рисунок 19 - Переменные группы Discrete IO (входы)

Таблица 8 - Адреса переменных дискретных входов

№	Назначение	Тип	Значения	Ед. изм.	Размещение
1	Состояние входов	BOOL	True/False	-	%IX1.[0..7]
2	Фильтр дребезга (фронт)	BYTE	0...255	мс	%MB1.[0..7].1
3	Фильтр дребезга (срез)	BYTE	0...255	мс	%MB1.[0..7].0

#### 4.6 Описание аналоговых входов.

Аналоговые входы описываются четырьмя группами переменных Chanel.0 ... Chanel.3, см. рисунок 20. Назначение переменных перечислено в таблице 9.

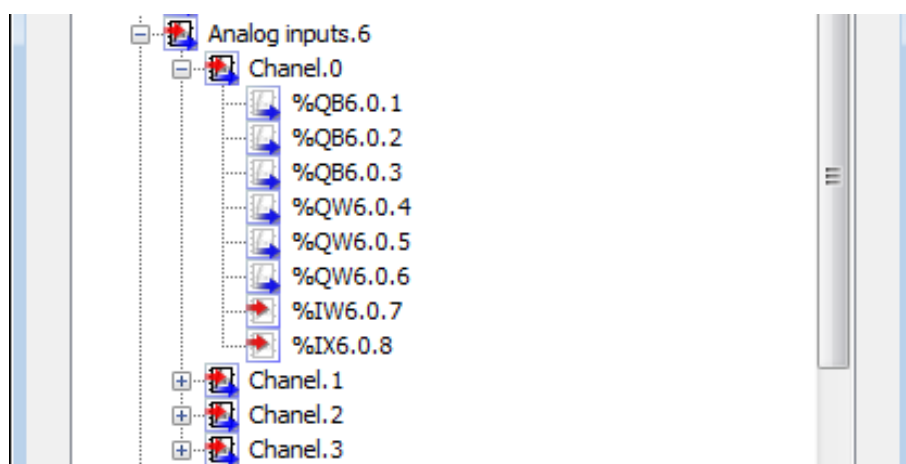


Рисунок 20 - Переменные Analog inputs

Таблица 9 - Адреса переменных аналоговых входов

№	Тип	Значения	Ед. изм.	Размещение	Комментарий
1	BYTE	0...4	-	%QB6.[0..3].1	Режим работы входа
2	BYTE	3...255	отсчет	%QB6.[0..3].2	Глубина медианного фильтра

№	Тип	Значения	Ед. изм.	Размещение	Комментарий
3	BYTE	3...255	отсчет	%QB6.[0..3].3	Глубина скользящего среднего
4	WORD	2...2 <sup>16</sup> -1	мс	%QW6.[0..3].4	Период опроса
5	WORD	0...2 <sup>16</sup> -1	см. прим.	%QW6.[0..3].5	Порог триггера Шмидта нижний
6	WORD	0...2 <sup>16</sup> -1	см. прим.	%QW6.[0..3].6	Порог триггера Шмидта верхний
7	WORD	0...2 <sup>16</sup> -1	см. прим.	%IW6.[0..3].7	Уровень сигнала на входе
8	BOOL	True/False	-	%IX6.[0..3].8	Состояние триггера Шмидта

Режимы работы аналоговых входов:

- 0 — выключен, аналоговых вход имеет высокое входное сопротивление.
- 1 — измерение напряжения до 10 В.
- 2 — измерение тока до 20 мА.
- 3 — измерение сопротивления до 100 Ом.
- 4 — измерение сопротивления до 4 кОм.

Примечание. Уровень сигнала на входе, а так же пороги триггера Шмидта, имеют единицы измерения в соответствии с выбранным режимом работы аналогового порта.

- Для тока 4..20 мА в мкА.
- Для напряжения 0..10 В в мВ.
- Для сопротивления 0...100 Ом в 0,1 Ом.
- Для сопротивления 0...4000 Ом в 1,0 Ом.

#### 4.7 Описание дискретных выходов.

Дискретные выходы описываются шестью переменными QX, см. таблицу 10.

Таблица 10 - Адреса переменных дискретных выходов

№	Размещение	Тип	Значения	Размещение
1	Состояние выходов	BOOL	True/False	%QX1.[0..5]

#### 4.8 Описание аналоговых выходов.

Переменные для управления аналоговыми выходами указаны в таблице 11.

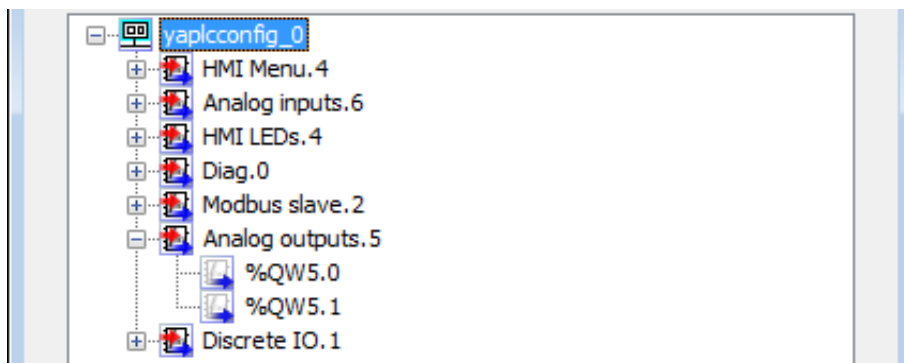


Рисунок 21 - Переменные Analog outputs

Значение переменной 4000 соответствует выходному току 20 мА.

Таблица 11 - Переменные управления аналоговыми выходами

Размещение	Тип	Значения	Ед. изм.
%QW5.[0..1]	WORD	0...4000	0,005 мА

### 5 Ошибки среды выполнения

Перед началом работы программы среда выполнения проверяет адреса переменных с прямым представлением. Программа не начинает выполняться в случае обнаружения хотя бы одной ошибки в адресе.

Проверка прекращается при обнаружении первой ошибки, информация о проверяемых адресах и номерах ошибок фиксируется в логге и доступна во вкладке «Лог ПЛК» среды разработки YAPLC-IDE при наличии соединения с программируемым реле с помощью адаптера NUC-246.

Сообщения об ошибках могут быть текстовыми на английском языке, либо либо вида Error: X!, где X – номер ошибки. Номера ошибок перечислены в таблицах 12...16.

Таблица 12 - Номера ошибок дискретных входов и выходов

Номер	Описание
10, 11	Неправильная длина адреса переменной
12, 13	Неправильный тип переменной (I,Q,M)
14, 15	Номер дискретного входа слишком большой
16	Номер дискретного выхода слишком большой

Таблица 13 - Номера ошибок Modbus slave

Номер	Описание
20	Неправильная длина адреса переменной
21	Неправильный тип переменной для регистра (поддерживается только M)
22	Регистр с таким адресом не доступен.
23	Неправильный размер адреса конфигурационной переменной
24	Неправильный тип конфигурационной переменной (должен быть Q)
25	Поддерживается только одна конфигурационная переменная

Таблица 14 - Номера ошибок HMI (индикатор)

Номер	Описание
400	Неправильная длина адреса переменной
401	Неправильный тип переменной (X,B,W, и т.д.)
402	Неправильное направление переменной (I,Q,M)
403	Номер выхода слишком большой
404	Номер ячейки памяти слишком большой
405	Несколько определений одной ячейки памяти



Номер	Описание
406	Неправильный размер переменной для ячейки памяти
407	Неправильный размер входной переменной (поддерживается В)
408	Неправильное представление переменной на индикаторах
409	Неправильный последний индекс переменной предельного значения
410, 411	Переменные предельных значений поддерживаются только для используемых в приложении HMI переменных размера W

Таблица 15 - Номера ошибок аналоговых входов

Номер	Описание
50	Неправильная длина адреса переменной
51	Неправильный тип переменной (поддерживается только Q)
52	Неправильный номер канала ЦАП (младший индекс)

Таблица 16 - Номера ошибок аналоговые входы

Номер	Описание
60	Неправильная длина адреса переменной
61	Неправильный тип переменной (поддерживаются I и Q)
62	Неправильный номер канала АЦП
63	Для булевой переменной поддерживается только тип I
64	Булева переменная должна иметь адрес вида %IX6.[0..3].8
65	Переменная размера В должна иметь тип Q
66	Переменная должна иметь адрес вида %QB6.[0..3].[1..3]
67	Переменная размера W типа Q должна иметь адрес вида %QW6.[0..3].[4..6]
68	Переменная размера W типа I должна иметь адрес вида %IW6.[0..3].7

## 6 Используемые сокращения и аббревиатуры

ПО - программное обеспечение.

РЭ - руководство по эксплуатации.

CD - Compact Disc.

CPU - central processing unit, центральный процессор.

RTC - real-time clock, часы реального времени.

HSE - high-speed external, внешний высокочастотный генератор.

HSI - high-speed internal, внутренний высокочастотный генератор.

LSE - low-speed external, внешний низкочастотный генератор.

ОС - операционная система.

## 7 QR ссылки



Рисунок 22 - QR ссылка YAPLC-IDE



Рисунок 23 - QR ссылка FTDI

## 8 Список изменений документа

Таблица 17 - Список изменений документа

Дата	Версия	Изменение
22.11.2017	2.1	Добавлены предварительные описания ошибок RTE
14.12.2017	2.2	Добавлена карта адресов Modbus
20.12.2017	3	Добавлен раздел создания программы