

Акционерное общество
«Научно-технический центр Единой энергетической системы»
АО «НТЦ ЕЭС»

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ БЛОКИ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ.
ВЕРСИЯ 1.0
(ПТК ЛСПА 1.0)

ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Санкт-Петербург 2019

Программное обеспечение ПТК ЛСПА. Описание ПО

1. Среда разработки программы

Прикладное программное обеспечение ПТК ЛСПА написана на языке программирования стандарта МЭК 61131-3 – Structured Text (ST) с использованием программного комплекса промышленной автоматизации TwinCat 3.

TwinCAT 3 (The Windows Control and Automation Technology) – законченное программное решение систем автоматизации для ПК и ПК-совместимых контроллеров. TwinCat расширяет возможности ПК:

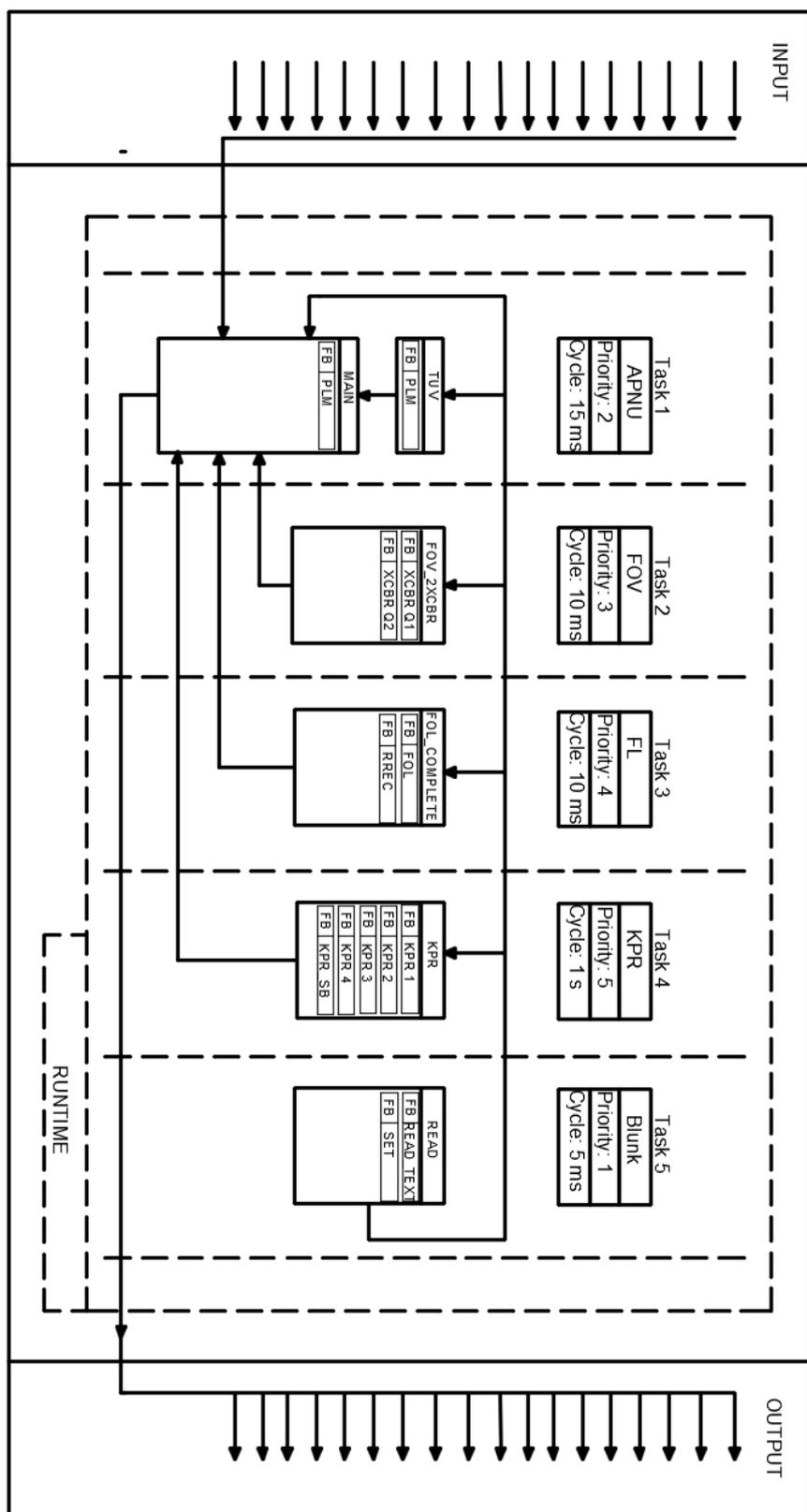
- интегрирует real-time управление в операционные системы Windows;
- позволяет использовать ПК как многозадачный ПЛК по IEC 61131-3;
- среда разработки, пользовательский интерфейс.

С подробным описанием программы для систем автоматизации TwinCat 3 можно ознакомиться на официальном сайте производителя Beckhoff (www.beckhoff.com).

2. Структура программной части ПТК ЛСПА

Структурная схема программной части ПТК ЛСПА приведена на рисунке 1 и представляет собой множество функциональных блоков (FB), функций (Fun) которые объединены в программы (PRG) с заданным временем опроса и приоритетом исполнения программного кода, те, в свою очередь, объединены в одну «главную» программу, связывающую все части программного кода в единый функционирующий алгоритм, в ней задаются привязки входных/выходных переменных для подключения аппаратной части ЛСПА.

Входные переменные для привязки к аналоговым и дискретным входам внешних устройств



Программный код на ST в TwinCat PLC. Разделен на задачи с временем опроса и приоритетом исполнения. Функционирует в режиме RB

Выходные переменные для привязки к аналоговым и дискретным выходам внешних устройств

Рисунок 1 — Структурная схема программной части ПТК ЛСПА

Для написания программного кода для ПТК ЛСПА было создано решение в программе TwinCat 3, в котором помимо самого файла проекта содержатся настроечные модули, лицензия, модуль для подключения устройств (см. рисунок 2).

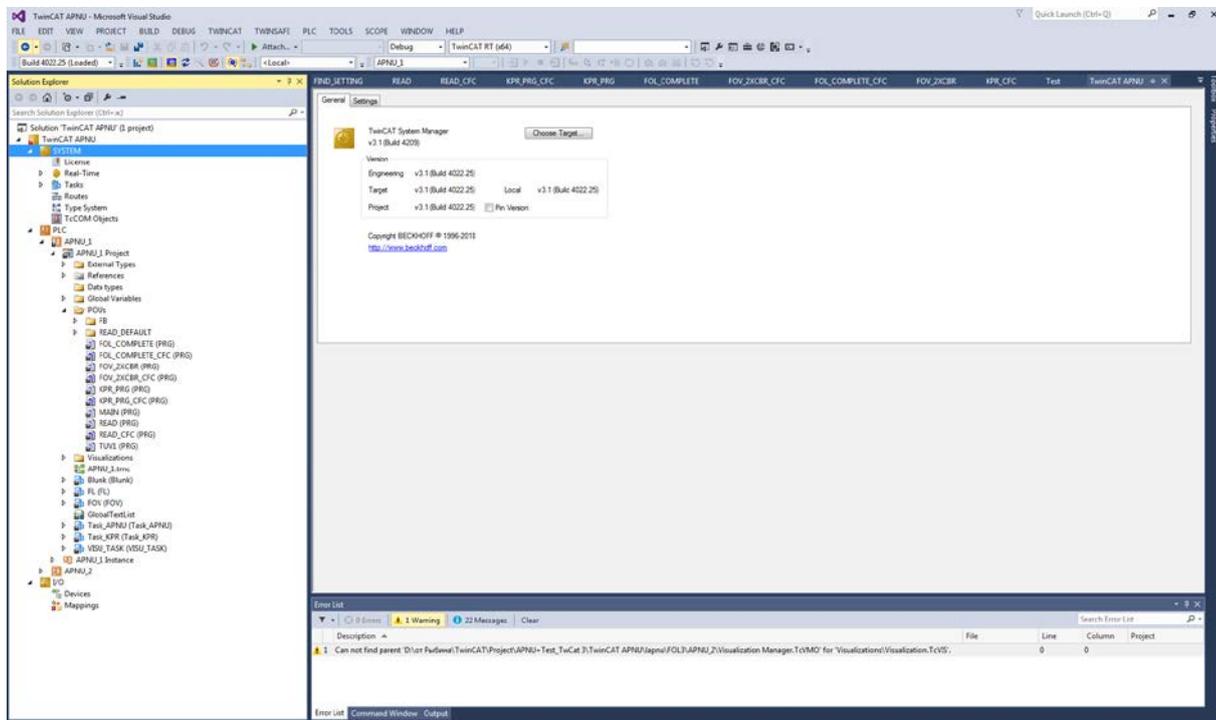


Рисунок 2 — Запуск проекта ПТК ЛСПА в TwinCat 3

Окно Solution Explorer, содержит следующие программные модули:

- TwinCat System Manager – конфигурационный центр для взаимодействие между ПЛК задачами, подключенным вводом-выводом. Связывает переменные между устройствами и ПЛК задачами.
- TwinCat PLC – среда программирования, поддерживает все языки определенные стандартом IEC 61131-3.
- TwinCat I/O – обеспечивает прямой доступ Windows к промышленным шинам (для подключения различных устройств). Позволяет проводить онлайн диагностику с возможностью ручного выставления сигнала.
- TwinCat System Manager содержит раздел License для лицензирования программы. Есть возможность выбрать необходимые модули на вкладке Manage License и лицензировать

только их. Для работы программы ПТК ЛСПА были лицензированы модули TC3 PLC, TC3 OPC DA.

Файлы с программным кодом располагаются в модуле TwinCat PLC в специальной папке с программными компонентами ROU. Программные компоненты в ПТК ЛСПА делятся на функциональные блоки, функции, программы. Ниже приведено краткое описание компонентов, написанных на языке программирования ST с использованием стандартных библиотек. Листинги с программным кодом приведены в приложении А.

3. Функции ПТК ЛСПА

Функции – не имеют внутренней памяти. Вызываются в функциональных блоках, программах или другими функциями. Возвращают только одно значение. В ПТК ЛСПА написана на одна специальная функция FIND_SETTING, которая предназначена для обработки массива данных конфигурации в функциональном блоке SET. Функция FIND_SETTING использует массив уставок и возвращает значение уставки с заданным номером, т.е. выставляет соответствие переменных в программе и данных прочитанных из файла.

4. Функциональные блоки ПТК ЛСПА

Функциональные блоки – логически завершенная часть программного кода, которая принимает и возвращает произвольное число значений. Может быть вызван другим функциональным блоком, программой или функцией. Используется многократно, каждый программный вызов может занимать новую область памяти.

В ПТК ЛСПА функциональными блоками описаны алгоритмы локальной автоматики:

АУВ с функцией ФОВ (функ. блок XCVR);

ФОЛ (функ. блок FOL + функ. блок RREC – блок коррекции алгоритма при действии АПВ);

КПР (функ. блок одной ступени КПР – KPR + функ. блок выбора работающей старшей ступени КПР – KPR_sb);

АДВ (функ. блок PLM).

Для чтения подготовленного файла с уставками написаны два функциональных блока. Функциональный блок READ_TEXT читает уставки из текстового файла и затем обрабатывает текст по заданному правилу с помощью второго функционального блока SPLIT_TEXT.

Так же написан специальный конфигурационный блок SET, который распределяет прочитанные из файла уставки по выходным переменным для дальнейшей подстановки последних в нужные части программы. В нем отражены все действующие уставки ПТК ЛСПА.

Особенностью функциональных блоков является невозможность задания времени и приоритета исполнения. Для этих целей существуют специальные ROU – программы.

5. Программы ПТК ЛСПА

Программы – логически завершенная часть программного кода, которая принимает и возвращает произвольное число значений. Вызов программы осуществляется задачей (Task) с заданными приоритетом и временем. Могут вызывать функциональные блоки, функции, другие программы (со своими настройками в Task).

Разбивая программный код ПТК ЛСПА на несколько логических частей с заданием нескольких Task с разным временем и приоритетом исполнения достигаем корректной работы функций ПА при экономии машинных ресурсов и прозрачности программного кода.

В ПТК ЛСПА содержатся следующие программы (подпрограммы):

FOV_2XCVR;

FOL_COMPLETE;

KPR;

TUV;

READ;

MAIN.

Программа FOV_2XCVR.

Предназначена для корректной работы логической части ФОВ, состоящей из двух функциональных блоков XCBR, рисунок 3. Вызов программы осуществляется задачей FOV с приоритетом исполнения 3, временем цикла 10 мс.

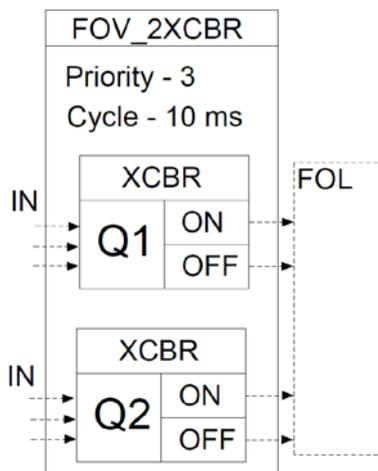


Рисунок 3 — Структурная схема логической части ФОВ

Программа FOL_COMPLETE

Предназначена для корректной работы логической части ФОЛ (1 полукомплект, для получения сигналов с противоположной стороны ЛЭП необходимо установить такой же 2-ой полукомплект ФОЛ и связать их входные и выходные переменные для обмена данными, имитируя в таком случае УПАСК). Состоит из функционального блока FOL и блока коррекции алгоритма FOL при действии АПВ (RREC), рисунок 4. Вызов программы осуществляется задачей FL с приоритетом исполнения 4, временем цикла 10 мс.

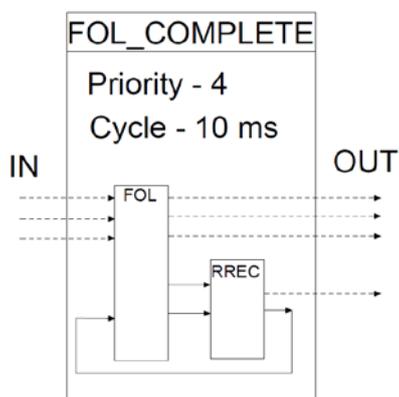


Рисунок 4 — Структурная схема логической части ФОЛ

Программа KPR

Предназначена для корректной работы логической части КПП. Состоит из 4 функциональных блоков KPR (один функциональный блок на каждую ступень КПП) и функционального блока координирующего работу всех ступеней КПП, рисунок 5. Вызов программы осуществляется задачей KPR с приоритетом исполнения 5, временем цикла 1000 мс.

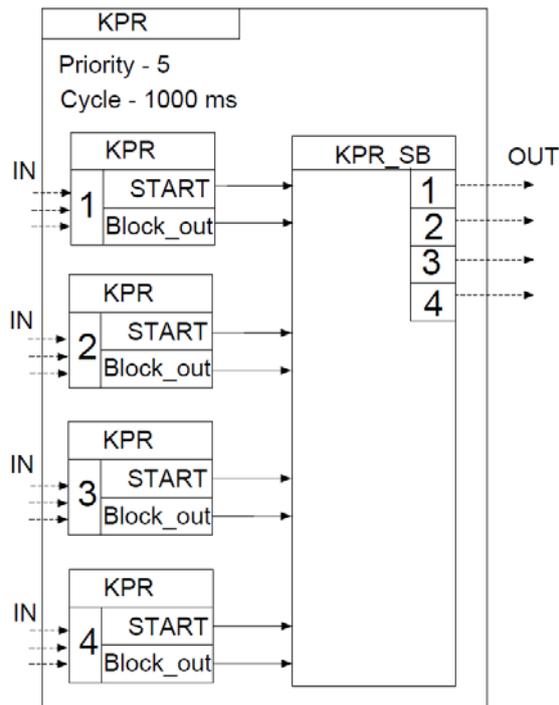


Рисунок 5 — Структурная схема логической части KPR

Программа TUV

Предназначена для корректного выбора таблицы управляющих воздействий при смене режима работы ПТК ЛСПА (переключения из локального в режим низового устройства ЦСПА и наоборот). При работе ПТК ЛСПА в локальном режиме рабочей ТУВ является заданная в бланке уставок соответствующая матрица УВ (локальная ТУВ). При работе в режиме низового устройства ЦСПА ТУВ, формируемая на ВУ ЦСПА, записывается в устройство и становится рабочей. В случае выдачи УВ (срабатывании устройства при наличии условий) до получения устройством новой ТУВ с ВУ ЦСПА действующей считается локальная версия таблицы (локальная ТУВ), структурная схема программы приведена на рисунке 6

Вызов программы осуществляется задачей APNU с приоритетом исполнения 2, временем цикла 5 мс.

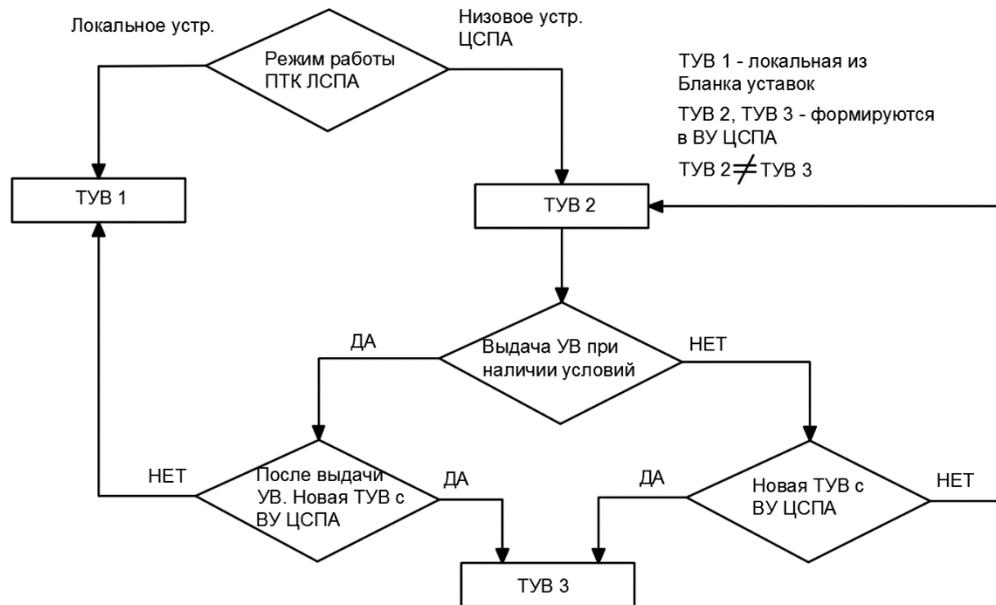


Рисунок 6 — Структурная схема программы выбора ТУВ

Программа READ

Предназначена для конфигурации ПТК ЛСПА. Состоит из функционального блока READ_TEXT, читающий подготовленный файл с уставками и функционального блока SET, распределяющего уставки по программе, рисунок X. Вызов программы осуществляется задачей KPR с высшим приоритетом исполнения 1, временем цикла 5 мс.

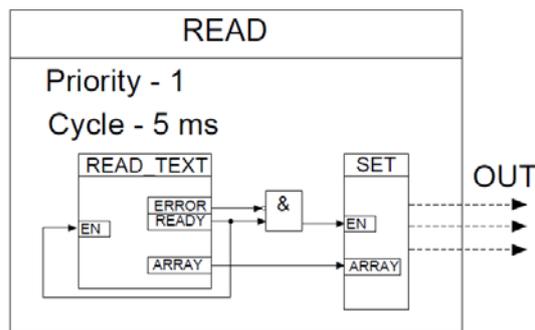


Рисунок 7 — Программа логической части READ

Программа MAIN. Главная программа, предназначена для связи всех логических частей кода в единый программный комплекс, а также объявления входных и выходных переменных для привязки их к

подключенным локальным устройствам. Вызов программы осуществляется задачей APNU с приоритетом исполнения 2, временем цикла 5 мс.

Руководство пользователя

Подключение локальных устройств к ПТК ЛСПА

1. При инсталляции TwinCat 3 пользователь устанавливает на рабочую станцию библиотеку с драйверами для большинства внешних устройств. При отсутствии какого-либо драйвера необходимо обновить библиотеку.
2. Для подключения и привязки различных устройств, функциональных групп модулей (например, модуля ввода/вывода дискретных сигналов, модуля ввода аналоговых сигналов) к рабочей станции необходимо установить на сетевую карту специальный драйвер для обеспечения её совместимости с подключаемым модулем и возможности обмена данными по технологии Ethernet.
3. После, в программном модуле TwinCat I/O необходимо сканировать девайсы в режиме конфигурации и определить сетевые карты, к которым подключены устройства (функциональные группы модулей).
4. Затем, сканировать (Scan Box) каждую найденную сетевую карту с целью определения всех подключённых к ней внешних устройств.
5. На заключительном этапе, необходимо привязать все входы и выходы устройства с входными/выходными переменными в программе MAIN.

Рассмотрим эти шаги более подробно на примере подключения функциональной группы №1 состоящей из набора модулей вводов/выводов дискретных и аналоговых сигналов, а также модуля ввода аналоговых сигналов тока и напряжения EL3403 (F).

1. В программе TwinCat 3 пользователь должен открыть проект ПТК ЛСПА.

В верхней строке необходимо выбрать пункт меню «TWINCAT». Затем выбрать подпункт “Show Realtime Ethernet Compatible Devices...” , рисунок 8.

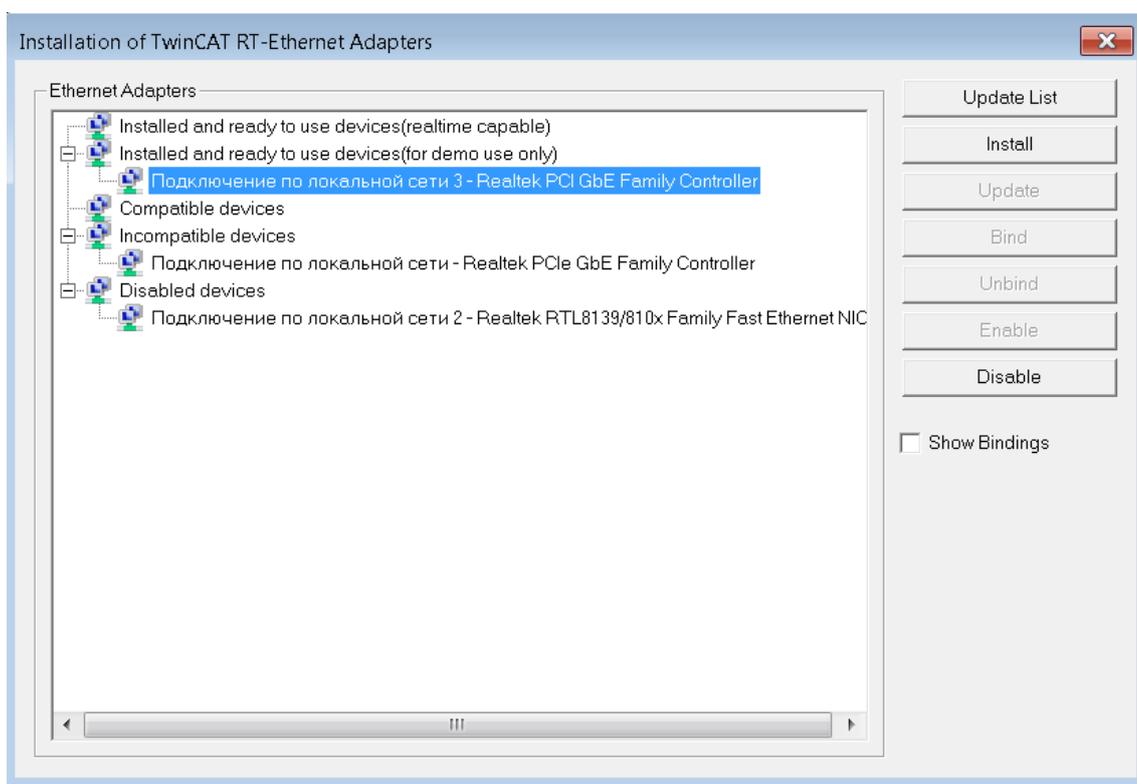


Рисунок 8 — Окно с настройками сетевых карт в TwinCat 3

В открывшемся окне приведен перечень всех (в нашем случае трех) сетевых карт, установленных на рабочей станции (компьютере). В разделе «Installed and ready to use devices» отражена подключенная сетевая карта Realtek PCI GbE Family Controller с установленным на ней Ethernet драйвером. К данной сетевой карте подключаются внешние устройства.

В разделе несовместимых устройств («Incompatible devices») отражена сетевая карта Realtek PCIe GbE Family Controller без установленных драйверов Ethernet. В разделе “Disabled devices» отражена выведенная из работы сетевая карта.

2. После конфигурации сетевых карт и подключения внешних устройств к выбранной карте необходимо в программе TwinCat I/O выбрать пункт «Device» и запустить сканирование подключений.

3. Из выпадающего окна выбираем нужную сетевую карту и нажимаем «ОК», рисунок 9.

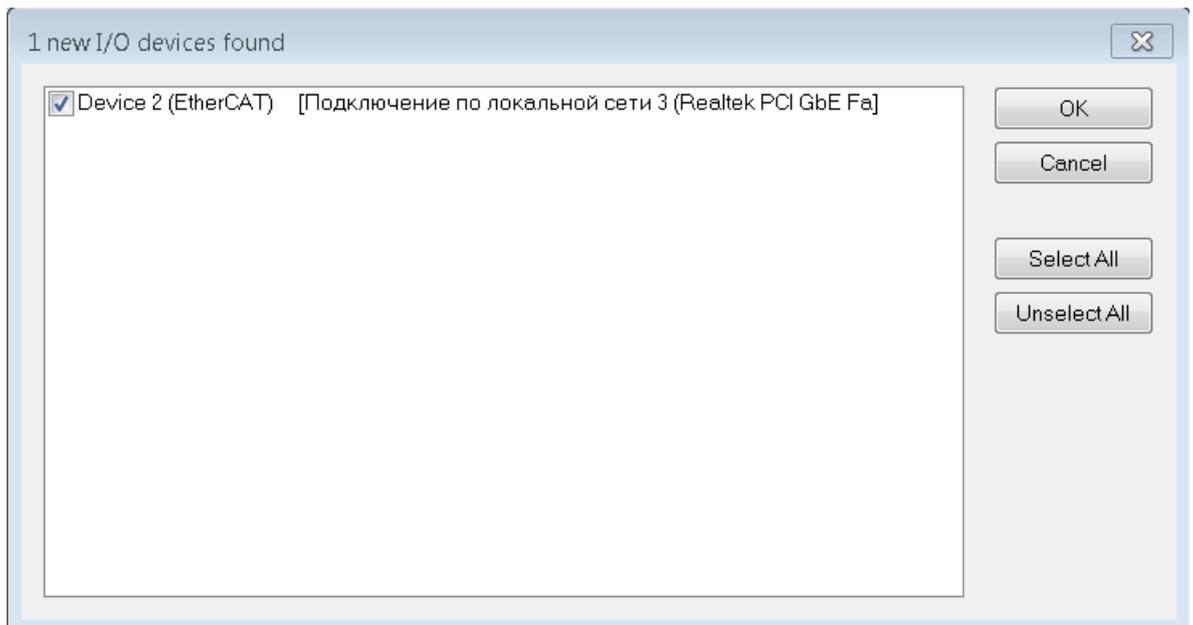


Рисунок 9 — Окно с выбором совместимых сетевых карт в TwinCat 3

В TwinCat 3 (в модуле I/O) отобразиться сетевая карта под именем «Device 2» (EtherCat).

4. Для отображения подключений необходимо выбрать «Device 2» и просканировать (Scan Box) в режиме конфигурации. В дереве «Device 2» (EtherCat) будут отражены все подключенные к сетевой карте устройства, в данном случае, подключена функциональная группа № 1 (Term 1 (EK 1100) с модулями (EL 1018, EL 2828, EL 3702, EL 3403...), рисунок 10.

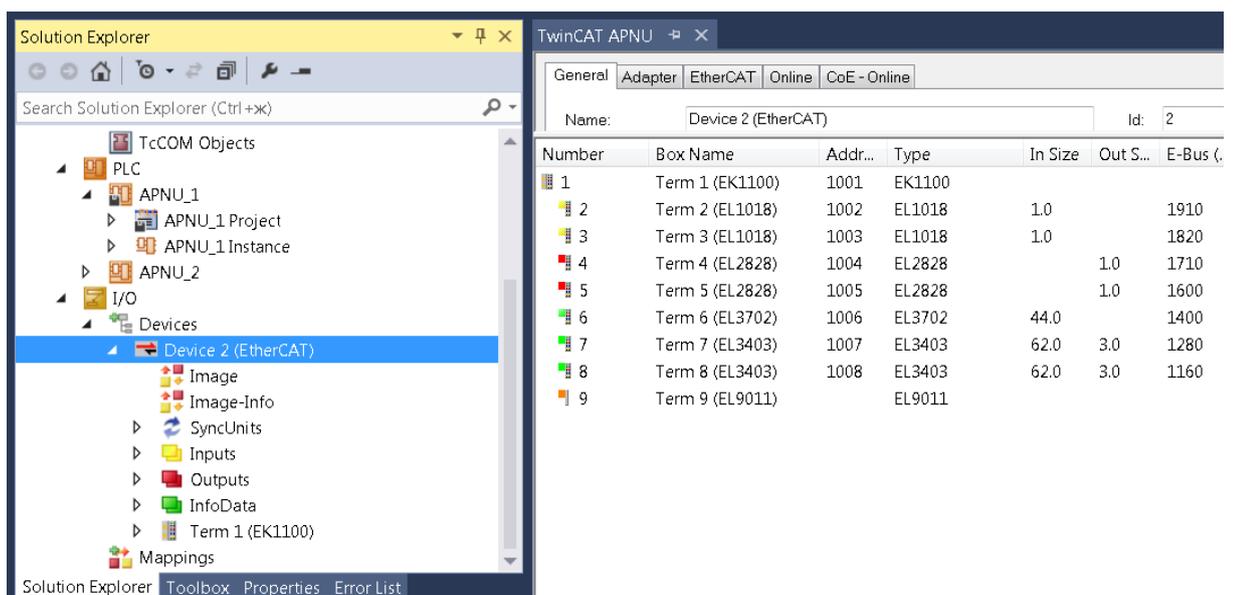


Рисунок 10 — Перечень подключенных устройств (модулей) в TwinCat 3

При выборе, например, модуля ввода аналоговых сигналов тока и напряжения EL 3403 в программе будут отражены его аналоговые входы тока, напряжения, мощности и другие вспомогательные данные, рисунок 11.

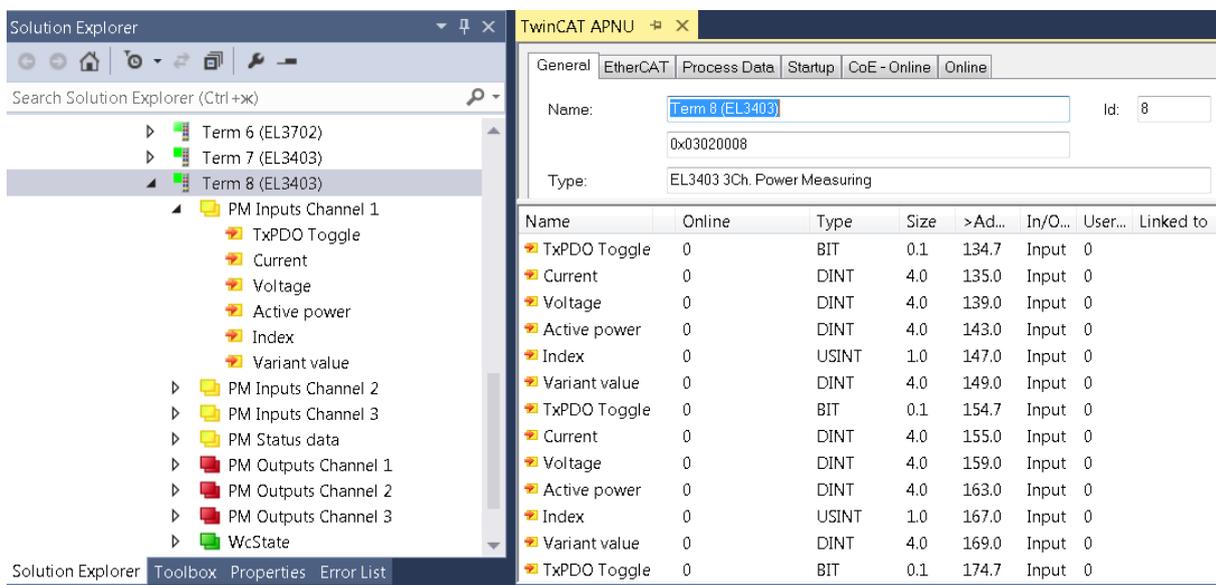


Рисунок 11 — Модуля ввод аналоговых сигналов тока и напряжения EL 3403

Необходимо отметить, при подключении и подачи аналоговых сигналов переменного тока и напряжения в окне программы будут показаны действующие значения данных сигналов.

5. Для привязки внешних сигналов к переменным программы достаточно нажать правой клавишей мыши по нужному сигналу, выбрать пункт «Change Link» и из списка выбрать нужную переменную щелкнув по ней левой клавишей мыши.