

SCADA-система КАСКАД.

Настройка и использование протокола Modbus

Оглавление

Протокол ModBUS.....	3
Реализация протокола Modbus в KLogic.	5
Формирование карты адресов Modbus из таблицы Excel.....	6
Настройка протокола Modbus в KLogic IDE.	12
Коды ошибок при опросе устройств по Modbus.	15
Свойства модулей Modbus.....	16

Протокол ModBUS.

Для начала – немного теории. Modbus – открытый коммуникационный протокол, основанный на архитектуре ведущий-ведомый (master-slave). В настоящее время широко применяется в промышленности для организации связи между электронными устройствами. Протокол используется для передачи данных через последовательные линии связи RS-485, RS-422, RS-232 (Modbus RTU/ASCII) и сети TCP/IP (Modbus TCP). В настоящее время наибольшее распространение получили 2 разновидности протокола: Modbus RTU и Modbus TCP. Протокол Modbus ASCII встречается все реже и реже.

На канальном уровне протокол Modbus предполагает одно ведущее устройство (контроллер) и до 247 ведомых. Обмен данными всегда инициируется ведущим устройством. Ведомые устройства никогда не начинают передачу данных, пока не получат запрос от ведущего. Ведомые устройства также не могут обмениваться данными друг с другом. Поэтому в любой момент времени в сети Modbus может происходить только одна транзакция.

В протоколе Modbus RTU сообщение начинает восприниматься как новое после паузы (тишины) на шине длительностью не менее 3,5 символов (14 бит), т. е. величина паузы в секундах зависит от скорости передачи.

Формат кадра (фрейма) протокола Modbus представлен на рис.2.1.

Поле 1	Поле 2	Поле 3	Поле 4
Адрес подчиненного устройства	Код функции	Данные	Контрольная сумма (CRC)
1 байт	1 байт	0..252 байт	2 байта

Рисунок 2.1. Формат кадра (фрейма) протокола Modbus

Адрес подчинённого устройства, к которому адресован запрос. Ведомые устройства отвечают только на запросы, поступившие в их адрес. Ответ также начинается с адреса отвечающего ведомого устройства, который может изменяться от 1 до 247.

Код функции — это следующее однобайтное поле кадра. Передает ведомому устройству, какие данные или выполнение какого действия требует от него ведущее устройство.

Данные — поле содержит информацию, необходимую ведомому устройству для выполнения заданной мастером функции или содержит данные, передаваемые ведомым устройством в ответ на запрос ведущего. Длина и формат поля зависит от номера функции, также в поле данных может быть детализация кода функции.

Контрольная сумма (CRC) служит для проверки целостности пакета, отсутствия ошибок в кадре.

Чтение данных происходит одной из следующих функций:

- **1 (0x01)** — чтение значений из нескольких регистров флагов (*Read Coil Status*).
- **2 (0x02)** — чтение значений из нескольких дискретных входов (*Read Discrete Inputs*).
- **3 (0x03)** — чтение значений из нескольких регистров хранения (*Read Holding Registers*).
- **4 (0x04)** — чтение значений из нескольких регистров ввода (*Read Input Registers*).

Для записи данных используются функции:

- **5 (0x05)** — запись значения одного флага (*Force Single Coil*).

- **6 (0x06)** — запись значения в один регистр хранения (*Preset Single Register*).
- **15 (0x0F)** — запись значений в несколько регистров флагов (*Force Multiple Coils*)
- **16 (0x10)** — запись значений в несколько регистров хранения (*Preset Multiple Registers*)

Одно из типичных применений протокола — чтение и запись данных в регистры контроллеров. Спецификация протокола определяет четыре таблицы данных:

Таблица	Тип элемента	Тип доступа
Регистры флагов (<i>Coils</i>)	один бит	чтение и запись
Дискретные входы (<i>Discrete Inputs</i>)	один бит	только чтение
Регистры хранения (<i>Holding Registers</i>)	16-битное слово	чтение и запись
Регистры ввода (<i>Input Registers</i>)	16-битное слово	только чтение

Доступ к элементам в каждой таблице осуществляется с помощью 16-битного адреса, первой ячейке соответствует адрес 0. Таким образом, каждая таблица может содержать до 65536 элементов. Спецификация не определяет, что физически должны представлять собой элементы таблиц и по каким внутренним адресам устройства они должны быть доступны. Например, допустимо организовать перекрывающиеся таблицы. В этом случае команды работающие с дискретными данными и с 16-битными регистрами будут фактически обращаться к одним и тем же данным.

Следует отметить, что со способом адресации данных связана определённая путаница. Modbus был первоначально разработан для контроллеров Modicon. В этих контроллерах для каждой из таблиц использовалась специальная нумерация. Например, первому регистру ввода соответствовал номер ячейки 30001, а первому регистру хранения — 40001. Таким образом, регистру хранения с адресом 107 в команде Modbus соответствовал регистр № 40108 контроллера. Хотя такое соответствие адресов больше не является частью стандарта, некоторые программные пакеты могут автоматически «корректировать» вводимые пользователем адреса, например, вычитая 40001 из адреса регистра хранения

Кроме того, в различных реализациях протокола используется различный порядок следования байт в слове и слов в регистре. И для байт, и для слов возможен как прямой, так и обратный порядок следования, причем друг с другом эти порядки никак не связаны. Например, для слов в регистре может быть задан прямой порядок, а для байт в слове - обратный.

Реализация протокола Modbus в KLogic.

Отличительной особенностью реализации протокола Modbus в системе программирования «KLogic» является ее универсальность, позволяющая опросить подавляющее большинство устройств с данным протоколом. К основным преимуществам реализации относятся:

- поддержка всех стандартных разновидностей протокола: RTU, ASCII и TCP;
- возможность опроса RTU и ASCII устройств через преобразователи COM-Ethernet по IP адресу и номеру TCP порта преобразователя;
- гибкая настройка параметров связи: таймаут по обмену, множитель к стандартному межбайтовому интервалу, число повторных запросов при ошибках и т.д.;
- автоматическая группировка запросов (чтение подряд идущих регистров одним запросом) на основе заданного размера буфера устройства;
- поддержка стандартных функций протокола:
 - чтение данных: 1 (0x01) – Read Coil Status, 2 (0x02) – Read Discrete Inputs, 3 (0x03) – Read Holding Registers, 4 (0x04) – Read Input Registers;
 - запись одного значения: 5 (0x05) – Force Single Coil, 6 (0x06) – Preset Single Register;
 - запись нескольких значений: 15 (0x0F) – Force Multiple Coils, 16 (0x10) – Preset Multiple Registers;
- поддержка стандартных типов данных:
 - 1 регистр: BOOL, BYTE, WORD, SINT, INT;
 - 2 регистра: DWORD, DINT, REAL;
- чтение архивов, поддержка нестандартных функций и реализаций типов данных для устройств, включенных в поставку системы программирования «KLogic»;
- возможность выбора (в т.ч. для группы или отдельно взятого тега) последовательности байт регистра, последовательности регистров (для типов данных, занимающих 2 регистра);
- возможность наложения маски на вычитанное целочисленное значение, проверки состояния отдельно взятого бита в значении;
- возможность применения к вычитанному значению множителя;
- управление частотой опроса отдельных регистров;
- асинхронная запись значений регистров, в т.ч. в момент опроса другого устройства на порту, с возможностью последующего их чтения через заданный интервал;
- контроль стандартных ошибок протокола, проверка нумерации транзакций для TCP устройств, адреса устройства и номера функции в ответном сообщении.

Настройка обмена с Modbus устройством в системе программирования «KLogic» заключается в добавлении устройства в конфигурацию контроллера и собственно настройки параметров связи с ним. В поставке системы программирования «KLogic» присутствует поддержка большого числа Modbus устройств, в т.ч. приборов учета с возможностью вычитки их архивов. Однако очень часто возникает ситуация, когда поддержка устройства отсутствует. Для добавления нового устройства в систему программирования «KLogic» силами пользователя существует универсальный конвертер карт адресов из книги Excel во внутренние файлы описания устройств.

Формирование карты адресов Modbus из таблицы Excel.

Первым делом необходимо заполнить карту адресов устройства в Excel, взяв за основу шаблон для протокола Modbus.

Карта адресов Modbus для автопостроения io-файла KLogic														
Общие свойства модуля														
Параметр	common_setts	Значение												
Идентификатор	MOD_ID	50102												
Имя группы	MOD_GRNAME													
Имя модуля	MOD_NAME	Thermo Scientific 42i												
Имя в бин. конф.	MOD_CFGNAME													
Описание	MOD_DESCR	Chemiluminescence NO-NO2-NOx Analyzer												
Общие свойства тега				Свойства Modbus										
Наименование группы	Шифр тега	Наименование тега	Единица измерения значений тега	Тип данных регистра	Функция чтения	Адрес для чтения	Функция записи	Адрес для записи	Номер бита	Множитель	Число пропущенных циклов	Доступ к регистру	Порядок байт регистра	Порядок слов регистра
Import_col_name	tag_Group	tag_Description	tag_Measure	mb_Tlg	mb_Func	mb_Adr	mb_Flwr	mb_AdrWr	mb_Msk	mb_K	mb_Cycle	mb_Rst	mb_Blg	mb_InBg
	Reed Coils	AUTORANGE (NOx)		BOOL	1	1						H		
		LOCAL/REMOTE SERVICE				2								
		UNITS	0 = ppm or ppb; 1 = mg/m3 or µg/m3			3								
		ZERO MODE	Zero/span or dual span option			4								
		SPAN MODE	zero/span option			5								
		NO MODE				6								
		NOx MODE				7								
		GEN ALARM				8								
		NO CONC MAX ALARM				11								
		NO CONC MIN ALARM				12								
		NO2 CONC MAX ALARM				13								
		NO2 CONC MIN ALARM				14								
		NOx CONC MAX ALARM				15								
		NOx CONC MIN ALARM				16								
		INT TEMP ALARM				17								
		CHAMB TEMP ALARM				22								
		COOLER TEMP ALARM				23								
		NO2 CONVERTER TEMP ALARM				24								
		PERM OVEN GAS TEN Perm Span Option				25								
						27								

Рис. 1. Заполненный шаблон для протокола Modbus

Карта адресов состоит из двух блоков данных – блок общих свойств модуля и блок свойств тегов.

Блок общих свойств модуля представляет собой вертикальный список, слева от которого располагаются идентификаторы полей. Признаком начала такого блока считается ячейка с текстом «common_setts», расположенная первой в столбце идентификаторов, признаком конца блока является первая встреченная пустая строка.

Красным цветом в таблицах выделены поля, требующие обязательного заполнения (по крайней мере, первой строки, если идентификатор поддерживает наследование значений).

Таблица 1
Идентификаторы блока общих свойств

№	Идентификатор	Значение по умолчанию	Тип данных	Наследование	Примечание
1	MOD_ID		WORD	Неприменимо	Числовой идентификатор модуля, уникальный для всех устройств KLogic
2	MOD_GRNAME	Пустая строка	STRING	Неприменимо	Наименование группы модулей
3	MOD_NAME		STRING	Неприменимо	Наименование модуля
4	MOD_CFGNAME	Xls	STRING	Неприменимо	Наименования модуля в бинарной конфигурации KLogic
5	MOD_DESCR	Пустая строка	STRING	Неприменимо	Описание модуля

Числовые идентификаторы пользовательских модулей не должны совпадать с идентификаторами модулей, входящих в базовую поставку KLogic! Поэтому для всех пользовательских модулей необходимо использовать сквозную нумерацию, начиная с 60001.

Блок свойств тегов представляет собой таблицу, в шапке которой располагаются идентификаторы полей. Признаком начала такого блока считается ячейка с текстом «**import_col_name**», расположенная первой в строке идентификаторов, признаком конца блока является первая встреченная пустая строка или строка, содержащая ячейку с идентификатором «**end_import_data_block**», и первый пустой столбец.

Таблица 2
Идентификаторы блока тегов

№	Идентификатор	Значение по умолчанию	Тип данных / допустимые значения	Наследование	Примечание
1	TAG_GROUP	Пустая строка	STRING	Да	Наименование группы тегов; поскольку наследование для групп разрешено, это означает, что все теги вне групп должны быть расположены в карте адресов первыми
2	TAG_CIPHER		STRING	Нет	Шифр тега
3	TAG_DESCRIPTION	Пустая строка	STRING	Нет	Наименование тега
4	TAG_MEASURE	Пустая строка	STRING	Нет	Единица измерения тега
5	MB_TRG		BOOL, BYTE, WORD, DWORD, SINT, INT, DINT, USINT, UINT, UDINT, REAL	Да	Тип данных регистра Modbus (именно регистра, а не тега, который необходимо получить в результате)
6	MB_FUNC	Пустая строка	1...4	Да	Функция чтения
7	MB_ADR	Пустая строка	WORD	Да	Адрес для чтения
8	MB_FWR	Пустая строка	5, 6, 15, 16	Да	Функция записи
9	MB_ADRWR	Пустая строка	WORD	Да	Адрес для записи
10	MB_MSK	-1	-1...31	Нет	Номер бита для регистров с типом данных, отличным от FLOAT; значение -1 соответствует регистру целиком
11	MB_K	1	FLOAT	Нет	Множитель
12	MB_CYCLE	0	WORD	Нет	Число пропущенных циклов

13	MB_RW	R	R, W, RW	Да	Доступ к регистру; данный идентификатор определяет, какой или какие из наборов номеров функций и адресов регистров попадут при экспорте в описание тега
14	MB_BRG	Обратный	Обратный, Прямой	Да	Порядок байт регистра
15	MB_WRG	Обратный	Обратный, Прямой	Да	Порядок слов регистра

Некоторые идентификаторы предусматривают наследование своих значений. Хотя это и удобно (можно, например, в первой строке таблицы указать для всей карты адресов Modbus доступ к регистрам только на чтение), нужно не забывать отменять наследование там, где это необходимо, указывая новое значение идентификатора для строки.

Конвертер автоматически определяет типы тегов, которые получатся в результате конвертирования. К примеру, после применения множителя к регистру с типом данных WORD на выходе получится вещественный тег. Аналогично, при выборе любого бита из регистра с типом данных WORD на выходе получится дискретный тег.

Если функция чтения или функция записи не задана, ее номер будет определен автоматически по значениям идентификаторов «MB_RW» и «MB_TRG» в соответствии со стандартом Modbus. Тем не менее, идентификаторы «MB_FUNC» и «MB_FWR» предполагают наследование значений, поэтому, если в какой-то строке номер функции был задан явно, в последующих строках будет осуществляться наследование введенного номера функции, либо он может быть вновь переопределен явно.

Если адрес для записи не указан, а доступ к регистру подразумевает запись значений, будет использован адрес для чтения.

Не все производители оборудования строго следуют стандарту Modbus, потому значения в регистрах могут иметь неверный порядок байт и слов (порядок слов имеет значение только для типов данных, занимающих более одного регистра – DWORD, DINT и FLOAT). Если после завершения настройки связи с устройством значения тегов окажутся неверными, попробуйте изменить порядок слов и/или байт регистра.

Число пропущенных циклов определяет, с какой частотой будет запрашиваться значение конкретного тега. К примеру, число пропущенных циклов, равное 1, означает, что значение будет запрашиваться через раз.

Следует помнить, что именно значение идентификатора «MB_RW» определяет, какой или какие из наборов номеров функций и адресов регистров попадут при экспорте в описание тега. Например, если значение идентификатора «MB_RW» равно «W», то при экспорте будут учтены только функция записи и адрес для записи.

После окончания заполнения карты адресов ее необходимо сохранить и запустить конвертер.

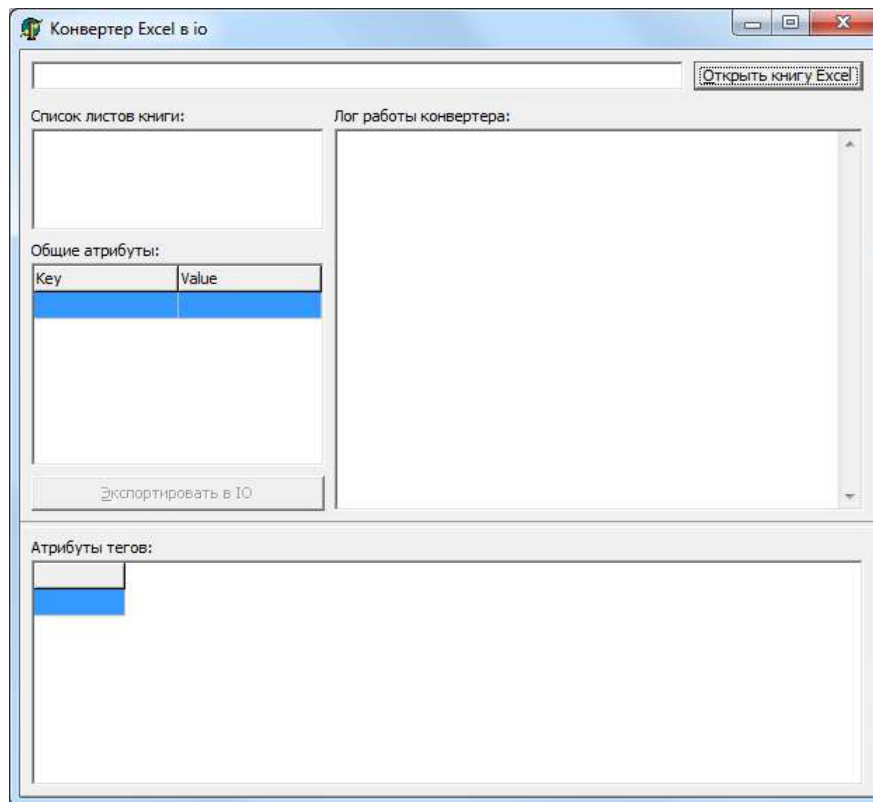


Рис. 2. Общий вид конвертера

Для начала работы с конвертером необходимо выбрать книгу Excel с картой адресов, нажав на кнопку «Открыть книгу Excel». При возникновении ошибки открытия книги Excel будет выдано сообщение об ошибке:

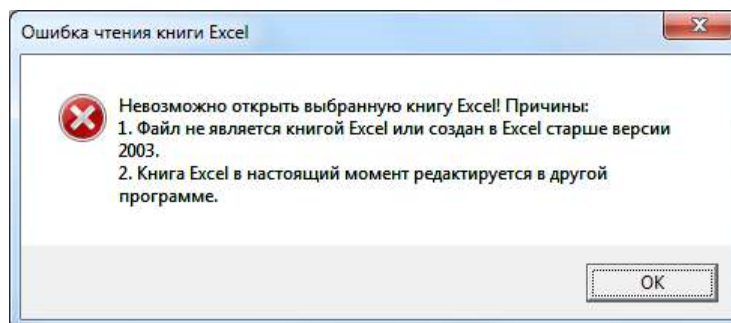


Рис. 3. Сообщение об ошибке открытия файла

После открытия книги Excel будет подгружен список наименований ее листов:

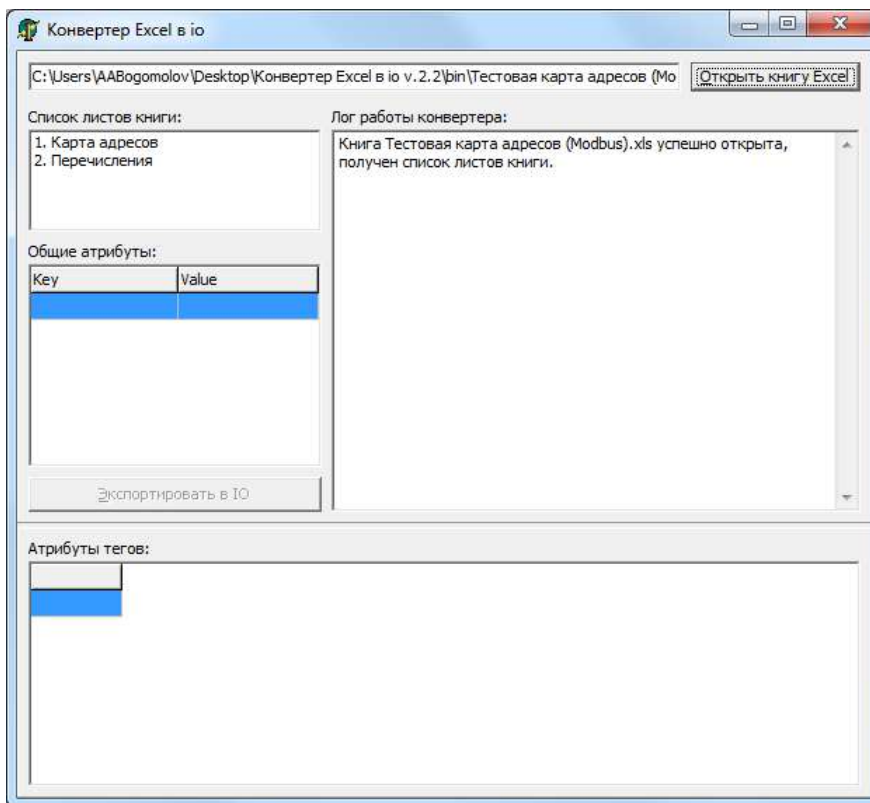


Рис. 4. Загруженная книга Excel

Необходимо выбрать лист, содержащий корректно заполненную карту адресов Modbus, после чего начнется автоматический разбор содержимого листа:

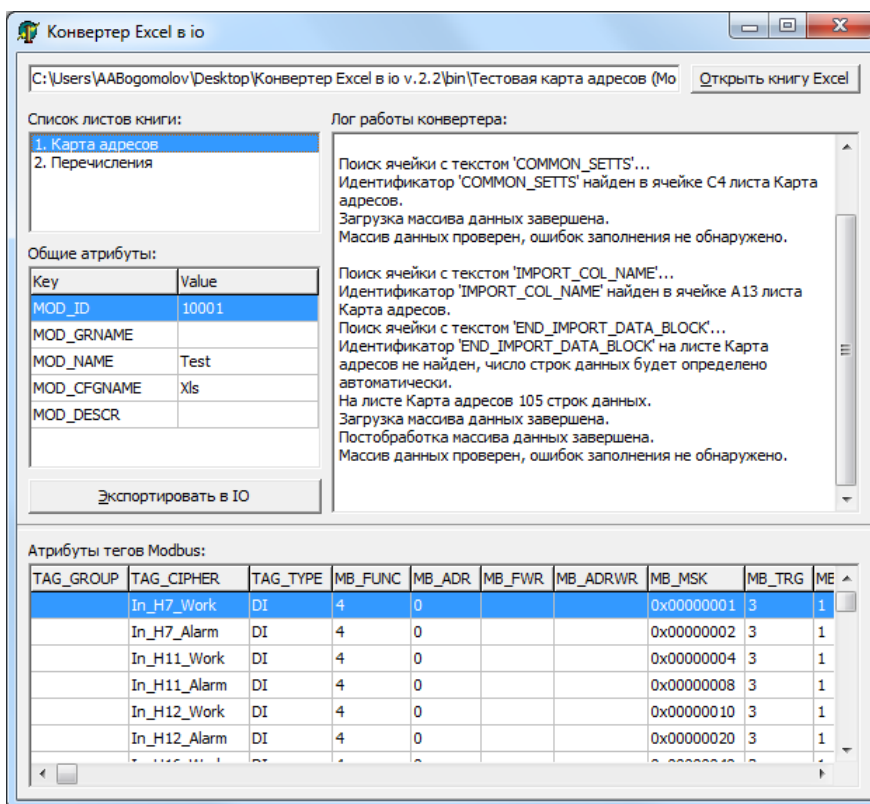


Рис. 5. Разбор книги Excel

В логе работы конвертера отображается подробный отчет о разборе содержимого листа, перечисляются ошибки разбора, если они присутствуют:

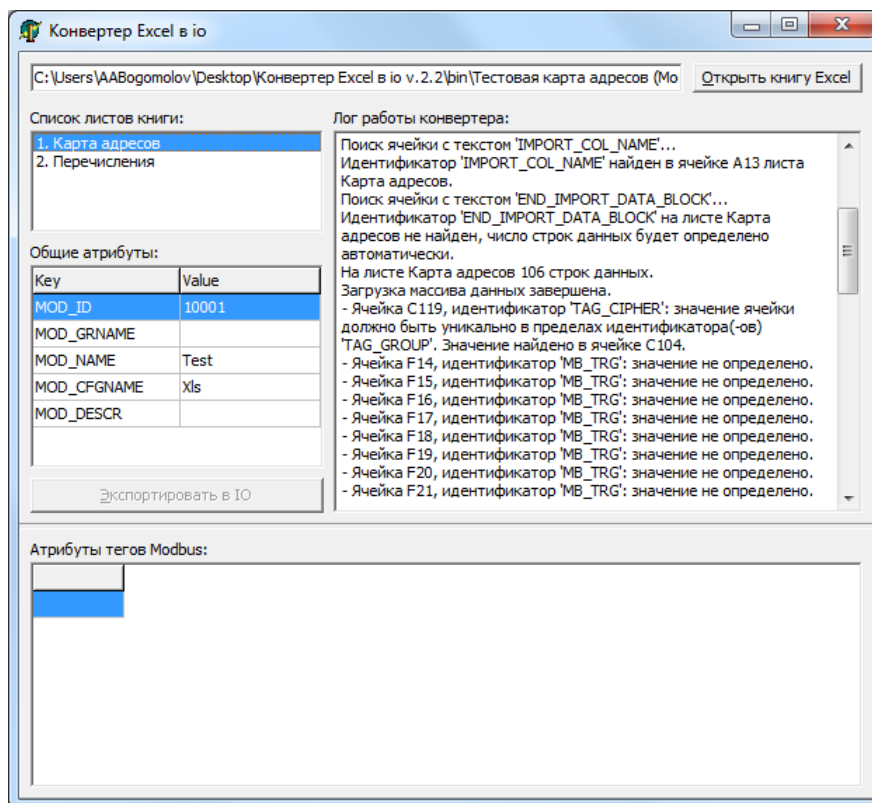


Рис. 6. Ошибки при разборе листа книги Excel

При успешном разборе листа Excel заполняются таблицы общих атрибутов модуля KLogic и атрибутов тегов, доступные для просмотра. Эти таблицы содержат обработанные данные, загруженные с листа Excel, по которым можно проверить корректность заполнения исходной карты адресов.

Для осуществления экспорта необходимо нажать кнопку «Экспортировать в IO». После окончания процедуры экспорта будет выведено сообщение:

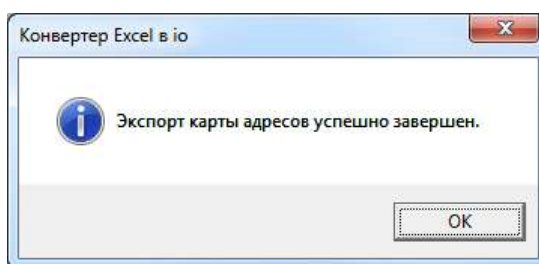


Рис. 7. Сообщение о завершении конвертации

Полученный файл необходимо скопировать в папку Bin\Kldata, где установлен KLogic.

Настройка протокола Modbus в KLogic IDE.

Чтобы добавить в контроллер под управлением KLogic устройство с протоколом Modbus, необходимо запустить систему программирования «KLogic», добавить в конфигурацию контроллера протокол «[UNI] Modbus (RTU, TCP, ASCII)» из группы «Протокол ModBus», в протокол добавить новое устройство (имя и группа определяются атрибутами табл. 1).

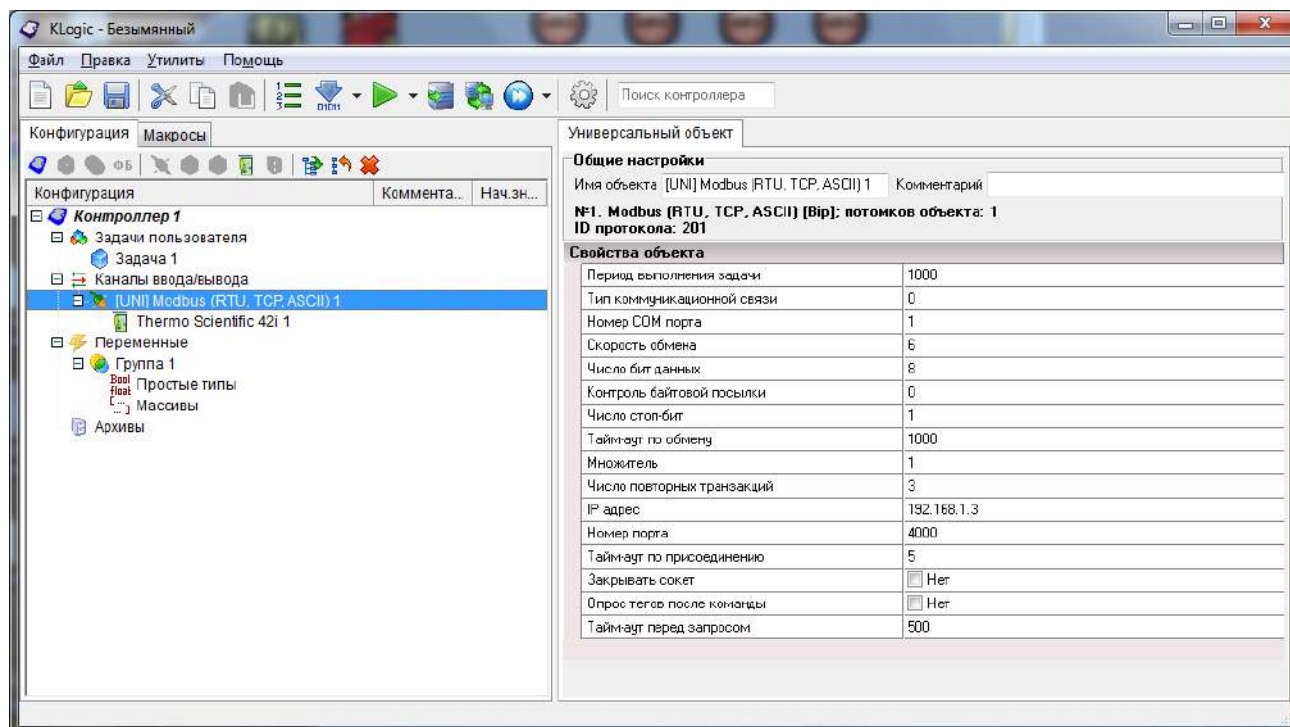


Рис. 8. Настройки протокола Modbus

Настройки протокола содержат следующие пункты:

1. *Период выполнения задачи* – стандартная настройка для всех протоколов KLogic, определяет, как часто будут опрашиваться модули, добавленные в протокол. При этом следует помнить, что модули в рамках одного протокола опрашиваются последовательно.
2. *Тип коммуникационной связи* – определяет тип связи со всеми модулями в пределах протокола. **Для RTU и ASCII следует установить 0 (COM порт), для TCP, а также RTU или ASCII через преобразователь COM-Ethernet (опрос через сокет) нужно установить 1 (Ethernet).**

Настройки для типа связи 0 (COM порт):

3. *Номер COM порта* – определяет номер COM порта контроллера, через который будет производиться опрос модулей.
4. *Скорость обмена* – определяет скорость обмена по выбранному порту. См. всплывающую подсказку для выбора конкретной скорости.
5. *Число бит данных, Контроль байтовой посылки, Число стоп-бит* – определяют параметры выбранного порта.
6. *Таймаут по обмену* – определяет таймаут, по истечению которого будет считаться, что связь с модулем потеряна.
7. *Множитель* – определяет множитель к стандартному межбайтовому таймауту для выбранной скорости обмена. **На длинных и зашумленных линиях связи, а также при наличии ошибок, рекомендуется задать значение, превышающее 1.**

8. *Число повторных транзакций* – определяет число повторных запросов, если запрос оказался неудачным (нет ответа или ошибка). **На длинных и зашумленных линиях связи, а также при наличии ошибок, рекомендуется задать значение, превышающее 0.**

Настройки для типа связи 1 (Ethernet):

9. *IP адрес* – IP адрес преобразователя COM-Ethernet. **При опросе устройств по Modbus TCP установить значение 0.0.0.0.**
10. *Номер порта* – номер TCP порта преобразователя COM-Ethernet. **При опросе устройств по Modbus TCP установить значение 0.**
11. *Тайм-аут по присоединению* – таймаут по присоединению к преобразователю COM-Ethernet.
12. *Закрывать сокет* – настройка, определяющая, будет ли закрываться TCP сокет с преобразователем COM-Ethernet или устройствами Modbus TCP после полного цикла опроса устройств, или нет. В подавляющем большинстве случаев закрывать сокет не нужно.
13. *Опрос тегов после команды* – определяет, необходимо ли запрашивать все теги устройства после выполнения команды записи один из его тегов.
14. *Таймаут перед запросом* – задержка в миллисекундах перед запросом всех тегов устройства после выполнения команды записи.

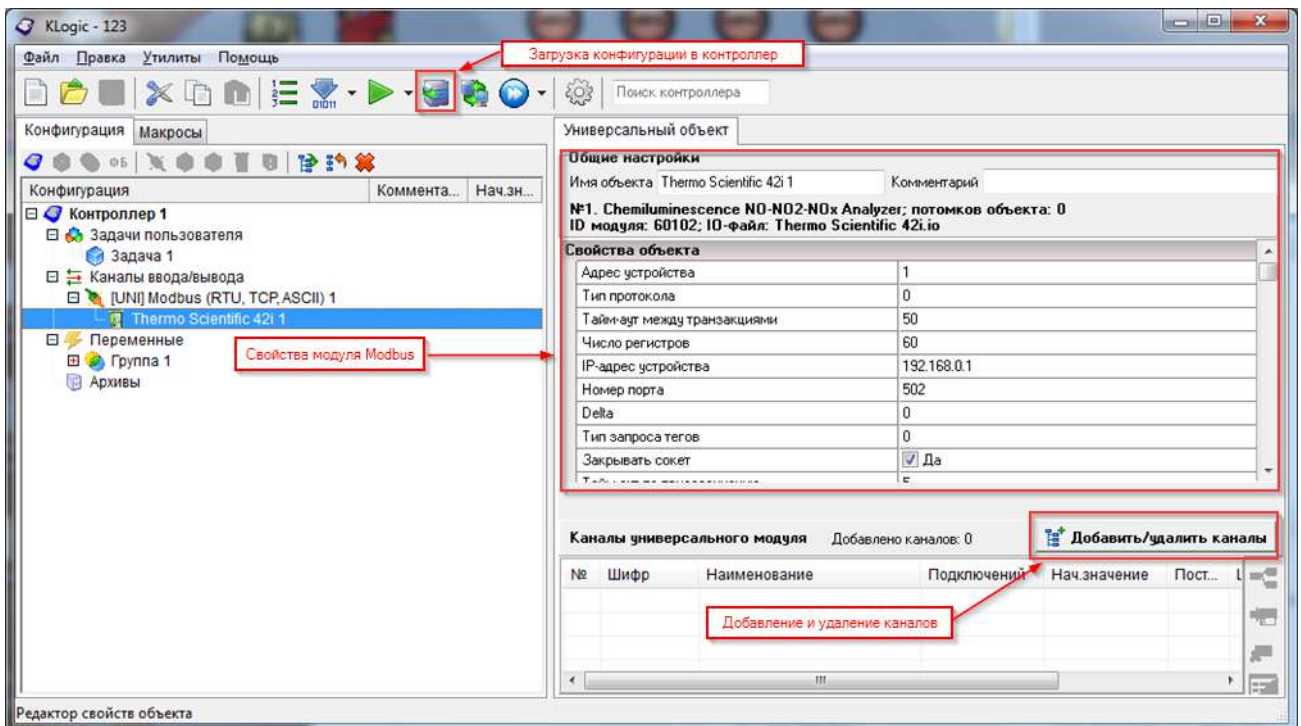


Рис. 9. Настройки устройства Modbus

Настройки устройства содержат следующие пункты (часть из них может отсутствовать):

1. *Адрес устройства* – определяет адрес устройства в сети Modbus.
2. *Тип протокола* – определяет тип протокола устройства (0 – RTU, 1 – TCP, 2 – ASCII).
3. *Тайм-аут между транзакциями* – время в миллисекундах между двумя последовательными транзакциями в сети Modbus.
4. *Число регистров* – максимальное число запрашиваемых регистров в одной транзакции. **Данный параметр напрямую влияет на скорость опроса, однако слишком большие значения могут привести к ошибкам при опросе. Для корректного заполнения этого параметра необходимо узнать размер буфера устройства, либо подобрать его эмпирически.**
5. *IP-адрес устройства* – IP адрес устройства Modbus TCP.

6. Номер порта – номер TCP порта устройства Modbus TCP, как правило, равен 502.
7. Delta – максимальное число неопрашиваемых регистров между двумя опрашиваемыми регистрами для формирования единого блока опроса. **Позволяет существенно повысить скорость обмена с устройством, но требует, чтобы неопрашиваемые регистры присутствовали в устройстве, иначе будут ошибки при опросе.**
8. Тип запроса тегов – служит скорее для отладки, чем для штатного опроса. При установке значения 1 опрос будет производиться запросом каждого регистра по отдельности, настройки 4 и 7 будут проигнорированы.
9. Закрывать сокет – настройка, определяющая, будет ли закрываться TCP сокет с устройством Modbus TCP после полного цикла опроса устройств, или нет. Настройка имеет более высокий приоритет, чем аналогичная настройка в протоколе.
10. Тайм-аут по присоединению – таймаут по присоединению к устройству Modbus TCP.
15. Проверка записи тега – настройка, определяющая необходимость проверки записи в регистр и число повторных попыток записи. В подавляющем большинстве случаев проверку записи использовать не нужно.
16. Не проверять номер транзакции – запрет проверки номера транзакции при обмене с устройством Modbus TCP. Рекомендуется использовать только при наличии Ош076 (нарушение нумерации транзакций).
17. Число пропущенных циклов – при опросе редко меняющихся параметров есть возможность включать их в опрос не каждый цикл, а с определенным интервалом. Данный параметр определяет количество пропускаемых циклов опроса.

После завершения настройки протокола и устройств(а) необходимо добавить в устройство необходимые каналы (кнопка «Добавить/удалить каналы»). После этого необходимо загрузить конфигурацию в контроллер и убедиться в корректном опросе устройства (см. рис. 9).

Как правило, в процессе отладки приходится менять различные свойства объекта: адреса регистров, порядок следования байт, коэффициент масштабирования и т.д. Но изменения вносятся только в io-файл, и автоматически конфигурацией контроллера не подхватываются. Для того, чтобы привести в соответствие изменившимся настройкам настроенное ранее модуль, необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши на устройстве и выбрать пункт «Переинициализация свойств каналов» (Рис. 10).

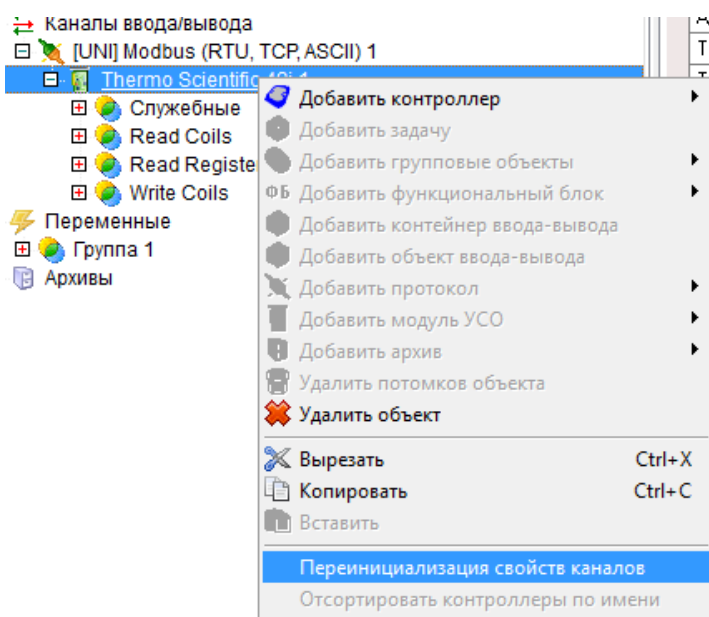


Рис. 10. Переинициализация свойств каналов.

Коды ошибок при опросе устройств по Modbus.

При опросе устройств по Modbus-протоколу чаще всего встречаются следующие ошибки:

1. Ош003 – ошибка открытия COM-порта. Возможно, порт с таким номером отсутствует в системе, либо занят другим приложением.
2. Ош007 – таймаут по обмену. Зачастую означает неверные настройки COM-порта или обрыв на линии связи с устройством. Также возможно неверно указан адрес устройства в сети Modbus.
3. Ош006, Ош011 и Ош020 – ошибка CRC и ошибка формата принятого сообщения. Означают проблемы с качеством линии связи. Возможно, следует увеличить множитель межбайтового таймаута, число повторных запросов или таймаут по обмену. Ну и конечно улучшить качество линии связи.
4. Ош029 – ошибка присоединения к устройству (для Ethernet). Зачастую означает проблемы с линией связи или неверно указанный IP-адрес и порт устройства.
5. Ош048 и Ош050 – не определена маска для получения значения тега и тип тега не соответствует формату сигнала. Данные ошибки означают наличие неточностей в описании конкретных тегов в io-файле, необходимо проверить файл на ошибки.
6. Ош012, Ош013 и Ош014 – соответствуют кодам 1, 2 и 3 стандартных ошибок Modbus.
7. Ош091-Ош098 – соответствуют кодам 1-8 стандартных ошибок Modbus.

Для информации ниже приведены стандартные коды ошибок Modbus:

- 01 — Принятый код функции не может быть обработан.
- 02 — Адрес данных, указанный в запросе, недоступен.
- 03 — Значение, содержащееся в поле данных запроса, является недопустимой величиной.
- 04 — Невосстанавливаемая ошибка имела место, пока ведомое устройство пыталось выполнить затребованное действие.
- 05 — Ведомое устройство приняло запрос и обрабатывает его, но это требует много времени. Этот ответ предохраняет ведущее устройство от генерации ошибки тайм-аута.
- 06 — Ведомое устройство занято обработкой команды. Ведущее устройство должно повторить сообщение позже, когда ведомое освободится.
- 07 — Ведомое устройство не может выполнить программную функцию, заданную в запросе. Этот код возвращается для неуспешного программного запроса, использующего функции с номерами 13 или 14. Ведущее устройство должно запросить диагностическую информацию или информацию об ошибках от ведомого.
- 08 — Ведомое устройство при чтении расширенной памяти обнаружило ошибку контроля четности.

Свойства модулей Modbus.

Если открыть io-файл в текстовом редакторе, то можно произвести «тонкую» настройку устройства. Ниже приведен пример описания свойств тегов, включенных в протокол Modbus.

```
<Prop Id="1" Name="Адрес устройства" Type="BYTE" Init="1" Access="H" Descr="Адрес устройства в сети 1..47"/>
```

```
<Prop Id="2" Name="Тип протокола" Type="BYTE" Init="0" Access="H" Descr="Тип Modbus протокола: 0 - RTU, 1 - TCP, 2-ASCII"/>
```

```
<Prop Id="3" Name="Тайм-аут между транзакциями" Type="DWORD" Init="20" Access="H" Descr="Тайм-аут между блоками запросов к устройству, мс"/>
```

```
<Prop Id="4" Name="Число регистров" Type="WORD" Init="60" Access="H" Descr="Максимальное число запрашиваемых регистров в одной транзакции"/>
```

```
<Prop Id="5" Name="IP адрес устройства" Type="IPADDR" Init="127.0.0.1" Access="H" Descr="IP адрес устройства (для Modbus TCP)"/>
```

```
<Prop Id="6" Name="Маска IP адреса устройства" Type="IPADDR" Init="255.255.255.0" Access="H" Descr="Маска для IP адреса устройства (для Modbus TCP)"/>
```

```
<Prop Id="7" Name="Номер порта" Type="WORD" Init="502" Access="H" Descr="Номер TCP порта (для Modbus TCP)"/>
```

```
<Prop Id="8" Name="Псевдоним модуля" Type="STRING" Init="AnComRM" Access="H" Descr=""/>
```

```
<Prop Id="9" Name="Delta" Type="WORD" Init="10" Access="H" Descr="Оптимизатор построения блоков опроса"/>
```

```
<Prop Id="10" Name="SizeRecv" Type="WORD" Init="33" Access="H" Descr="Размер архивной записи в байтах"/>
```

```
<Prop Id="11" Name="Тип запроса тегов" Type="BYTE" Init="2" Access="H" Descr="Тип запроса тегов модуля: 0 - блоком, 1 - по одному сигналу, 2 - одним блоком все регистры"/>
```

```
<Prop Id="12" Name="Закрывать сокет" Type="BYTEBOOL" Init="True" Descr="Закрывать сокет после каждой транзакции (для Modbus TCP)" />
```

```
<Prop Id="13" Name="Тайм-аут по присоединению" Type="DWORD" Init="5" Descr="Тайм-аут по присоединению к устройству, сек."/>
```

```
<Prop Id="15" Name="Проверка записи тега" Type="BYTE" Init="0" Descr="0 - не проверять, иначе проверка на запись и сколько раз повторить"/>
```

```
<Prop Id="16" Name="Cycle" Type="WORD" Init="1" Access="H" Descr="Признак опроса параметров модуля с разными циклами" />
```

```
<Prop Id="17" Name="Не проверять номер транзакции" Type="BYTEBOOL" Init="False" Descr="Не проверять номер транзакции (для Modbus TCP)" />
```

```
<Prop Id="20" Name="Начальный регистр" Type="WORD" Init="0" Access="H" Descr="Начальный регистр для типа запроса == 2"/>
```