

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет  
систем управления и радиоэлектроники

М. Е. Антипин

**Программирование промышленных контроллеров**

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Томск  
2023

УДК 004.02  
ББК 3стд2-02  
А 72

**Рецензент:**

**Лобода Ю.О.**, доцент каф. управления инновациями ТУСУР,  
канд. пед. наук

**Антипин, Михаил Евгеньевич**

А 72 Программирование промышленных контроллеров: Методические указания по выполнению лабораторных работ/ М.Е. Антипин. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектронники, 2023. – 29 с.

Методические указания содержат рекомендации и материалы, необходимые для проведения и выполнения лабораторных работ по дисциплине «Программирование промышленных контроллеров».

Для студентов высших учебных заведений.

Одобрено на заседании кафедры УИ, протокол № 1 от 31.08.2022.

УДК 004.02  
ББК 3стд2-02

© Антипин М.Е., 2023  
© Томск. гос. ун-т систем упр. и  
радиоэлектронники, 2023

## Оглавление

1. Общие положения .....	4
2 Общие требования к проведению лабораторных работ .....	5
3 Техническое обеспечение лабораторных работ .....	7
4 Прием результатов выполнения лабораторных работ .....	8
5 Терминология дисциплины .....	9
6 Описания лабораторных работ .....	10
Лабораторная работа 1. Выбор и размещение промышленных контроллеров в соответствии с задачей.....	10
Лабораторная работа 2. Настройка параметров и адресного пространства модулей дискретного и аналогового ввода/вывода .....	11
Лабораторная работа 3. Конфигурирование промышленного контроллера.....	12
Лабораторная работа 4. Реализация простых алгоритмов управления на языках программирования ПЛК .....	12
Лабораторная работа 5. Декомпозиция задачи программирования ПЛК. Разработка пользовательского функционального блока. ....	15
Лабораторная работа 6. Обработка сенсорной информации.....	18
Лабораторная работа 7. Реализация и отладка алгоритма обработки дискретной последовательности .....	19
Лабораторная работа 8. Конфигурирование коммуникационного контроллера и диагностика соединения .....	20
7 Оформление отчетов по лабораторным работам .....	27
Список рекомендуемой литературы.....	28

## **1. Общие положения**

Данные методические указания разработаны для студентов, обучающихся в Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники (далее - Университет).

Структура дисциплины «Программирование промышленных контроллеров» предполагает проведение лабораторных работ. Лабораторные работы предназначены для закрепления материала, полученного в лекционном курсе, самостоятельного изучения материалов дисциплины, предусмотренных рабочей программой. Полученные навыки и знания могут быть полезны при проектировании, разработке и внедрении автоматизированных систем управления технологическими процессами. Рекомендации по выполнению самостоятельной работе студентов приведены в соответствующих методических указаниях.

В ходе выполнения лабораторных работ студенты приобретают навыки поиска информации, работы с учебно-методической документацией, умения увязывать теоретические знания с практикой, четко излагать свои мысли, отвечать на вопросы, оформлять и представлять результаты работы.

Рекомендации подготовлены с целью помочь студентам в успешном освоении дисциплины и подготовке и прохождении промежуточных этапов аттестации.

## 2 Общие требования к проведению лабораторных работ

Лабораторные работы по дисциплине «Программирование промышленных контроллеров» проводятся согласно учебному расписанию. В ходе выполнения лабораторных работ студент выполняет задания, предусмотренные настоящими методическими указаниями. Набор входных данных определяется преподавателем с учетом текущих навыков и прогресса студента в изучении дисциплины. Это обеспечивает необходимую индивидуализацию выполняемых работ. Лабораторные работы выполняются студентами очной формы обучения индивидуально под контролем со стороны преподавателя. Все консультации осуществляются преподавателем.

Лабораторные работы выполняются студентами очной формы обучения индивидуально под контролем со стороны преподавателя. Все консультации осуществляются преподавателем. Число студентов, одновременно присутствующих на занятии не должно превышать 12 человек. Если в списочном составе группы студентов больше 12, то группа должна быть разделена на подгруппы численностью от 6 до 12 человек в каждой.

Для выполнения лабораторных работ целесообразно в учебном расписании выделять 4 академических часа подряд, без больших перерывов. Расписание также должно предусматривать раздельное проведение занятий у подгрупп, если группа была разделена.

Перед началом занятий студенты должны изучить инструкцию по охране труда, действующую в лаборатории. Преподаватель должен убедиться в знании инструкции, задавая студенту вопросы по ее содержанию, после чего сделать соответствующую запись в журнале охраны труда.

Во время выполнения лабораторных работ студентам в аудитории запрещается:

- Разговаривать между собой на любые темы без разрешения преподавателя.
- Консультировать друг друга.
- Передавать друг другу материалы, являющиеся результатом выполнения заданий.
- Производить шум, мешающий остальным сосредоточиться на выполнении задания.
- Пользоваться наушниками, берушами и другими приспособлениями, не позволяющими отчетливо слышать указания преподавателя.
- Читать литературу, конспекты и другие записи, не относящиеся к изучаемому предмету.
- Находиться в помещении аудитории в верхней одежде, если температура выше 18°C.
- Приносить верхнюю одежду с собой и размещать ее на стуле/столе, если в учебном корпусе работает гардероб.

В случае однократного нарушения преподаватель должен предупредить студента. При повторном нарушении в течении одного занятия студент из аудитории удаляется.

Студент имеет право:

- Уточнять полученные задания у преподавателя.
- Пользоваться любыми доступными методическими материалами по данной дисциплине.
- Просить консультации у преподавателя, если он в текущий момент не распределяет задания, не принимает выполненные работы и не консультирует другого студента.
- Пользоваться для выполнения практических заданий собственным ноутбуком или планшетным компьютером.

Преподаватель, давая консультацию студенту, указывает раздел технической документации или методической литературы, в которой имеется ответ на вопрос студента.

Если необходимые сведения в документации и литературе отсутствуют, то преподаватель должен дать устные пояснения или продемонстрировать практические действия, приводящие к требуемому результату для повторения студентом.

Самостоятельная работа студентов над лабораторными работами осуществляется в той же аудитории (лаборатории), где проводятся практические занятия. Преподаватель должен согласовать со студентами расписание самостоятельной работы - не менее 2 астрономических часов в неделю. В указанное время по учебному расписанию студентов и в аудитории (лаборатории) не должны проводиться другие занятия. Преподаватель должен обеспечить доступ студентов в аудиторию (лабораторию) в указанные часы. Необходимость самостоятельной работы определяет студент.

Консультации, выдача лабораторных заданий и прием результатов выполнения осуществляется только во время аудиторных занятий. Задания выполняются последовательно. Правильное выполнение некоторых заданий возможно только, если студент корректно выполнил предыдущие задания. Поэтому приступать к следующему заданию студент может, только сдав преподавателю результат выполнения предыдущего.

### 3 Техническое обеспечение лабораторных работ

Для выполнения лабораторных работ студенту предоставляется индивидуальное рабочее место, в состав которого входят:

- Персональный компьютер с предустановленной операционной системой Windows7 и выше;
- Программный пакет для программирования промышленных контроллеров OroenPCS или CoDeSys;
- Стенд, имеющий в своем составе источник питания, программируемый логический контроллер, блоки реле для управления, задатчик дискретных сигналов (пульт);
- Переносной пульт инженера (для диагностики контроллеров);
- Пакет офисных приложений для разработки текста отчета.

Размещение и освещенность рабочих мест в учебной аудитории (лаборатории) должно удовлетворять действующим требованиям СанПиН.

#### 4 Прием результатов выполнения лабораторных работ

Результаты выполнения лабораторных работ представляются преподавателю в виде электронного файла отчета, содержащего результат соответствующего выполненного задания.

Во время приема выполненной работы преподаватель вправе:

- Требовать у студента правильность заполнения всех элементов программы, в том числе и не визуализированных на итоговых диаграммах;
- Самостоятельно производить манипуляции с программой без ее изменения;
- Требовать у студента пояснений, относящихся к отдельным элементам программы, исходной информации, способам ее получения и верификации.

Задание считается выполненным и принимается преподавателем только в том случае, если программа проходит проверку синтаксиса, компилируется, загружается в контроллер, исходная информация учтена полностью. Если эти условия не выполняются, то результат выполнения подлежит доработке. Студент должен работать над программой максимально самостоятельно, использовать средства проверки синтаксиса, предоставляемые программным пакетом.

За выполнение каждого задания преподаватель выставляет студенту оценку. Оценка выполнения задания складывается из трех равнозначных компонентов:

- Время выполнения задания. Фиксируется с момента получения задания до момента сдачи отчета. Измеряется в астрономических часах. Сравнивается с нормативным временем выполнения.
- Полнота и правильность выполнения задания. Экспертная оценка преподавателя.
- Аккуратность при выполнении текстовых и графических материалов.

Во время приема выполненной работы преподаватель вправе требовать у студента обоснования представленных материалов.

Преподаватель должен объявить студенту поставленную ему оценку за выполнение задания, а в случае возникновения непонимания, объяснить причины ее выставления. В случае, если оценка неудовлетворительно, студент имеет право повторно предъявить результат выполнения, но не более двух раз в течение одного занятия. При этом для вычисления оценки время, затраченное на исправление, прибавляется к общему времени выполнения задания.

Выставленная оценка влияет на оценку студента по контрольной точке и среднюю оценку за практические занятия.

До конца семестра студент должен получить оценку по всем лабораторным работам, предусмотренным настоящими указаниями. За работы, результаты выполнения которых не были предъявлены преподавателю для оценивания, выставляется оценка неудовлетворительно. Студенты, имеющие среднюю оценку за практические занятия ниже удовлетворительной, к итоговой аттестации по предмету не допускаются.

## 5 Терминология дисциплины

Чтобы свободно ориентироваться в материалах дисциплины студенту следует ознакомиться с применяемой терминологией:

- Программа (program) – это набор инструкций, операторов и функциональных блоков, который может быть представлен как единое целое в некоторой вычислительной системе и который используется для управления поведением этой системы.
- Программирование (в узком смысле) – процесс кодирования и отладки программы в рамках реального проекта.
- Программирование (programming) (в широком смысле) – все технические операции, необходимые для создания программы, включая анализ требований и все стадии разработки и реализации.
- Технология программирования – процессы программной инженерии, методы программирования, инструментальные средства.
- Программное обеспечение – совокупность программ для обработки информации и комплект документации, необходимой для ее эксплуатации.
- Программируемый логический контроллер (промышленный контроллер) – промышленный цифровой компьютер, который был усилен и адаптирован для управления производственными процессами, такими как сборочные линии, роботизированные устройства или любая деятельность, требующая высокой надежности, простоты программирования и диагностики технологических неисправностей.
- IEC 61131-3 .- стандарт на языки программирования промышленных контроллеров.

## 6 Описания лабораторных работ

### Лабораторная работа 1. Выбор и размещение промышленных контроллеров в соответствии с задачей.

Цель работы: Познакомиться с ведущими производителями промышленных контроллеров.

В качестве задания студент получает графическую схему размещения контролируемого оборудования с указанием типа производства/технологии. А также наименование ведущего производителя промышленных контроллеров, чьи изделия предполагается применить для автоматизации.

Отчет о выполнении задания формируется в виде электронного файла и должен содержать:

1. Обоснование выбора поставщика промышленных контроллеров. Должны быть указаны преимущества выбранного производителя по сравнению с другими.
2. Обоснование выбора модели промышленного контроллера. Ключевые характеристики, повлиявшие на выбор и их значения у выбранной модели. Количество контроллеров выбранного типа, необходимое для управления объектом.
3. На схеме должны быть отмечены:
  - a. Размещение щитов автоматики.
  - b. Зона контроля каждого щита.
  - c. Линии безопасной прокладки шин и кабелей для осуществления коммуникации.

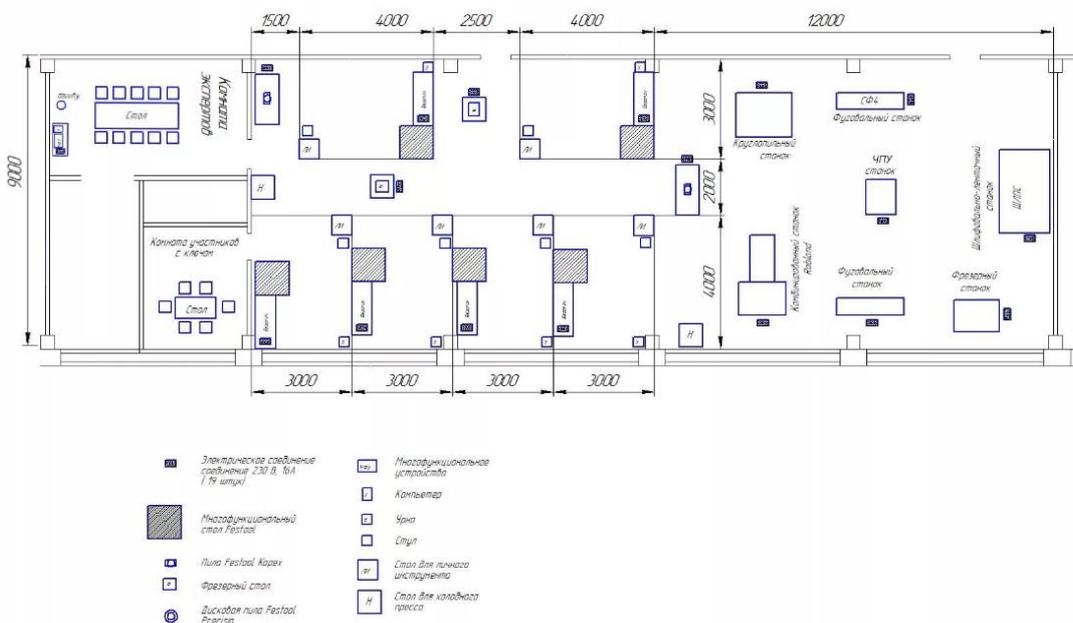
Список основных производителей контроллеров:

- Siemens;
- Allen Bradley;
- Schneider Electric;
- ABB;
- Овен;
- ЭлеСи.

Варианты производств:

#### 1. Цех по производству мебели.

План площадки "Производства мебели"





- а) на скорость обработки данных ввода-вывода;
- б) на точность обработки данных ввода-вывода;
- в) на алгоритмы обработки данных ввода-вывода.

### Лабораторная работа 3. Конфигурирование промышленного контроллера

Цель занятия: Научиться формировать, сохранять и загружать конфигурацию промышленный контроллер.

Работа выполняется в режиме дистанционного подключения к оборудованию лаборатории СУ ТП ТУСУРа. Инструкция по подключению (адрес и пароль) выдается преподавателем индивидуально.

Отчет оформляется в виде электронного документа.

Задания:

1. Запустить программу ElsyTMMManager. Создать новую конфигурацию.
2. Добавить в конфигурацию модули согласно таблице:

Наименование модуля	Позиция в контроллере
iecs	01
a501	02
d501	03
d502	04
mbmtcp	12

Сделайте скриншот конфигурации для отчета. Определите, какие модули в получившейся конфигурации являются виртуальными. Ответ запишите в отчет.

3. Маршрутизируйте сигналы согласно таблице:

Модуль источник	Сигнал	Модуль приемник
a501	Analin_2	opcs
a501	Analin_3	opcs
d501	DigIn_1	opcs
opcs	DOut	d502

Сделайте для отчета скриншот окна входных сигналов модуля opcs.

4. В параметрах модуля main задайте IP-адрес: 192.168.0.161. Создайте в каталоге C:\ws143\_06\ свою рабочую папку. Назовите ее латинской транслитерацией своей фамилии. Сохраните полученную конфигурацию в файл.

5. Откройте программу ElsyTMPultPC. Подключитесь к контроллеру по адресу 192.168.0.161. Сделайте скриншот программы для отчета.

7. Сохраните текущую конфигурацию контроллера в файл с именем plc06 в своей рабочей папке.

8. Загрузите в контроллер свою конфигурацию. Сохраненную в п.4. Контролируйте визуально загрузку конфигурации в контроллер – состояние индикаторов на передней панели – по веб-камере. После выполнения сделайте скриншот программы для отчета.

9. Загрузите в контроллер исходную конфигурацию (п.7).

### Лабораторная работа 4. Реализация простых алгоритмов управления на языках программирования ПЛК

Цель работы: познакомиться с языками программирования промышленных контроллеров.

Работа выполняется в режиме дистанционного подключения к оборудованию лаборатории СУ ТП ТУСУРа. Инструкция по подключению (адрес и пароль) выдается преподавателем индивидуально.

Отчет оформляется в виде электронного документа.

Задания:

1. Открыть программу OpenPCS. Создать новый проект.
2. Создать программу на языке ST. Добавьте ее в активный ресурс.
3. В разделе объявлений задать переменные согласно таблице

Название сигнала	Аппаратный адрес	Тип переменной
Valve In ST	AT%I0.0	Bool
Reset ST	AT%I0.1	Bool
Pump In ST	AT%I0.2	Bool
And1 ST	нет	Bool
And2 ST	нет	Bool
Valve Control ST	AT%Q0.0	Bool
Pump Control ST	AT%Q0.2	Bool

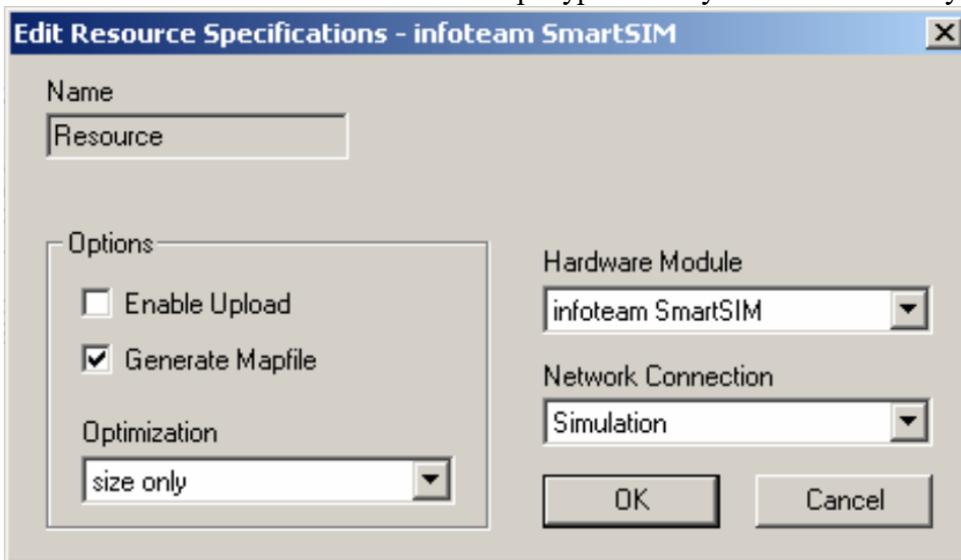
А также добавить 2 функциональных блока T1\_ST и T2\_ST типа RS (rs-триггер).

4. В редакторе кода введите текст программы:

```
And1_ST:=Valve_In_ST and not(Pump_Control_ST);  
T1_ST(Set:=And1_ST,Reset1:=Reset_ST | Valve_Control_ST:=Q1);  
  
And2_ST:=Pump_In_ST and not(Valve_Control_ST);  
T2_ST(Set:=And2_ST,Reset1:=Reset_ST | Pump_Control_ST:=Q1);
```

Данная программа обеспечивает управление насосом Pump и клапаном Valve, при этом исключает их одновременное включение. Проверьте синтаксис File-> Check Syntax(Alt+F10) и сделайте скриншот для отчета.

5. В свойствах ресурса укажите симулятор контроллера.



6. Загрузить программу в симулятор и проверить ее работу. Протокол испытаний поместить в отчет.

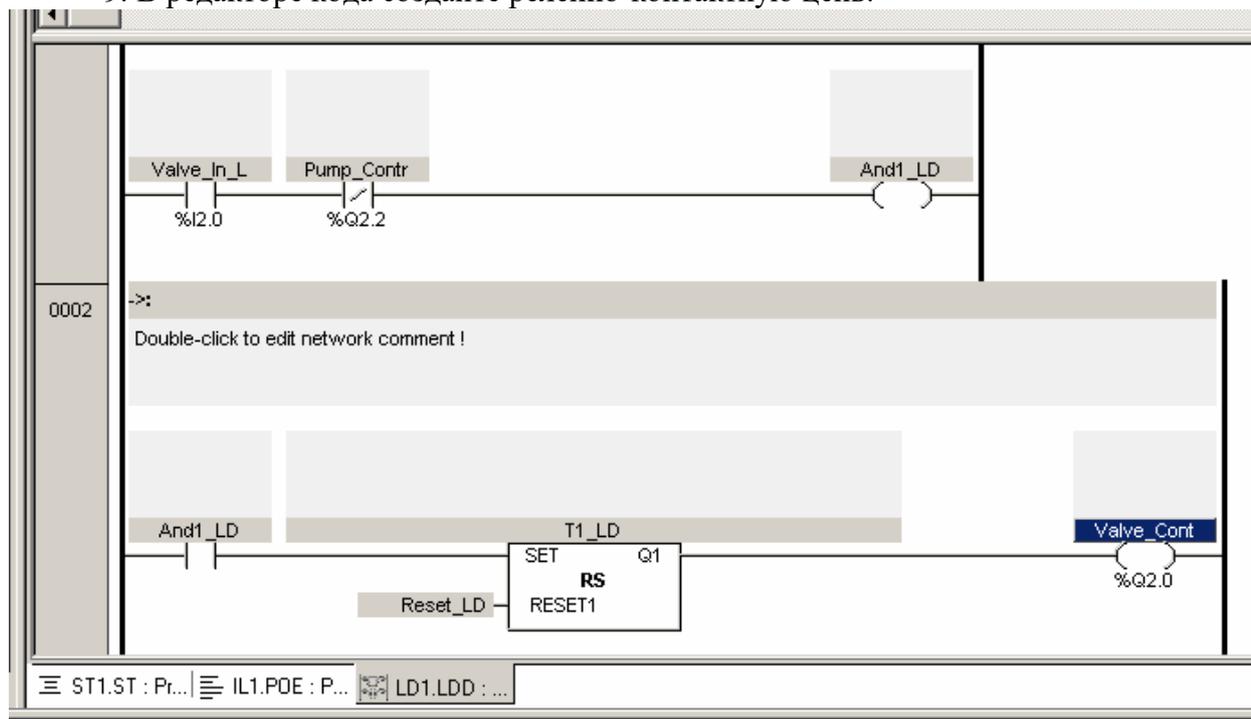
7. Создать новую программу на языке LD. Подключите ее к активному ресурсу.

8. В разделе объявлений задать переменные согласно таблице

Название сигнала	Аппаратный адрес	Тип переменной
Valve_In_LD	AT%I2.0	Bool
Reset_LD	AT%I2.1	Bool
Pump_In_LD	AT%I2.2	Bool
And1_LD	нет	Bool
And2_LD	нет	Bool
Valve_Control_LD	AT%Q2.0	Bool
Pump_Control_LD	AT%Q2.2	Bool

А также объявить функциональные блоки T1\_LD и T2\_LD типа RS.

9. В редакторе кода создайте релейно-контактную цепь:



Она реализует первую половину программы, аналогичной написанной на ST. Самостоятельно дописать вторую половину (цепь). Проверить синтаксис и сделать скриншот для отчета.

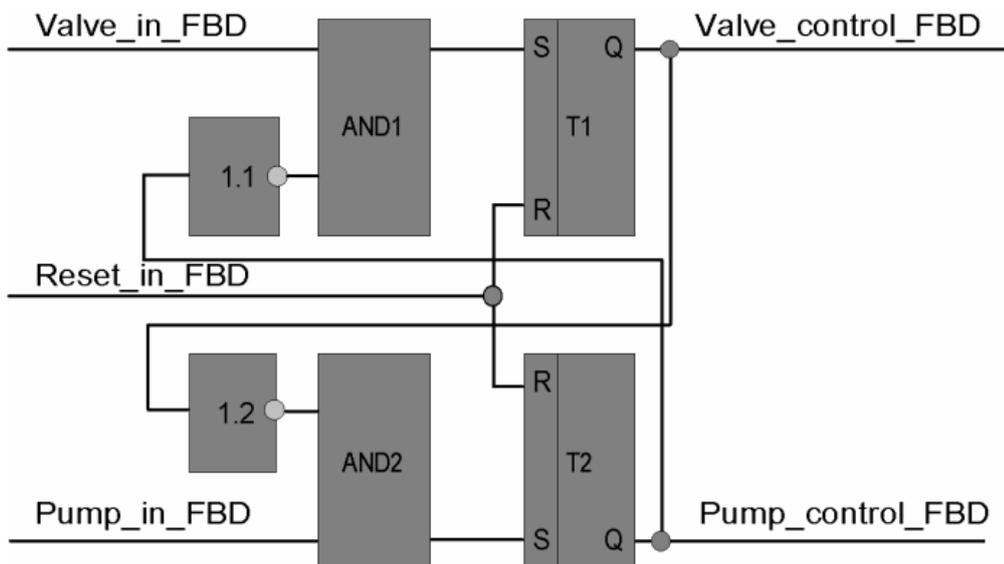
10. Загрузить программу в симулятор контроллера и проверить ее работу. Протокол испытаний поместить в отчет.

11. Создать новую программу на языке FBD. Добавить ее в активный ресурс.

12. В разделе объявлений добавить функциональные блоки T1\_FBD и T2\_FBD, а также переменные согласно таблицы:

Название сигнала	Аппаратный адрес	Тип переменной
Valve_In_FBD	AT%I3.0	Bool
Reset_FBD	AT%I3.1	Bool
Pump_In_FBD	AT%I3.2	Bool
And1_FBD	Нет	Bool
And2_FBD	Нет	Bool
Valve_Control_FBD	AT%Q3.0	Bool
Pump_Control_FBD	AT%Q3.2	Bool

13. В редакторе кода создать диаграмму, реализующую алгоритм:



Проверить синтаксис и сделать скриншот для отчета.

14. Загрузить программу в симулятор контроллера. Проверить правильность работы. Протокол испытаний поместить в отчет.

#### Лабораторная работа 5. Декомпозиция задачи программирования ПЛК. Разработка пользовательского функционального блока.

Цель работы: формирование первичных навыков программирования промышленных контроллеров.

Работа выполняется в режиме дистанционного подключения к оборудованию лаборатории СУ ТП ТУСУРа. Инструкция по подключению (адрес и пароль) выдается преподавателем индивидуально.

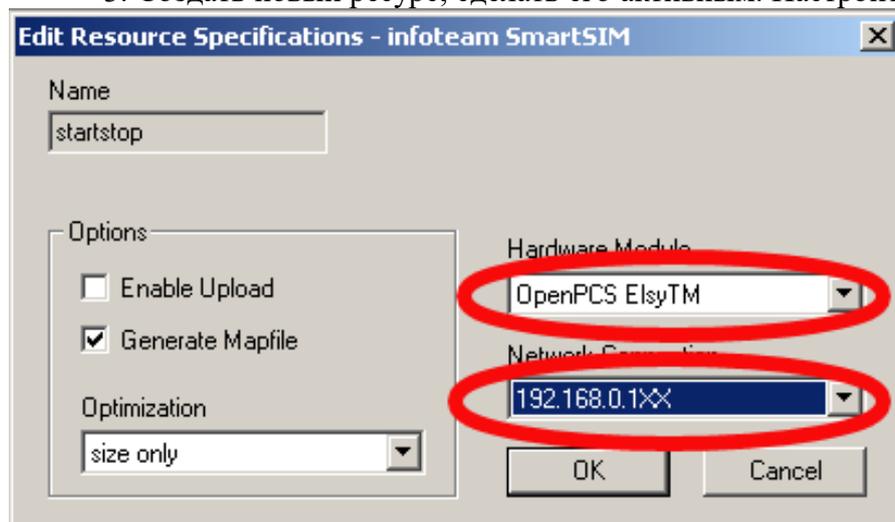
Отчет оформляется в виде электронного документа.

Задания:

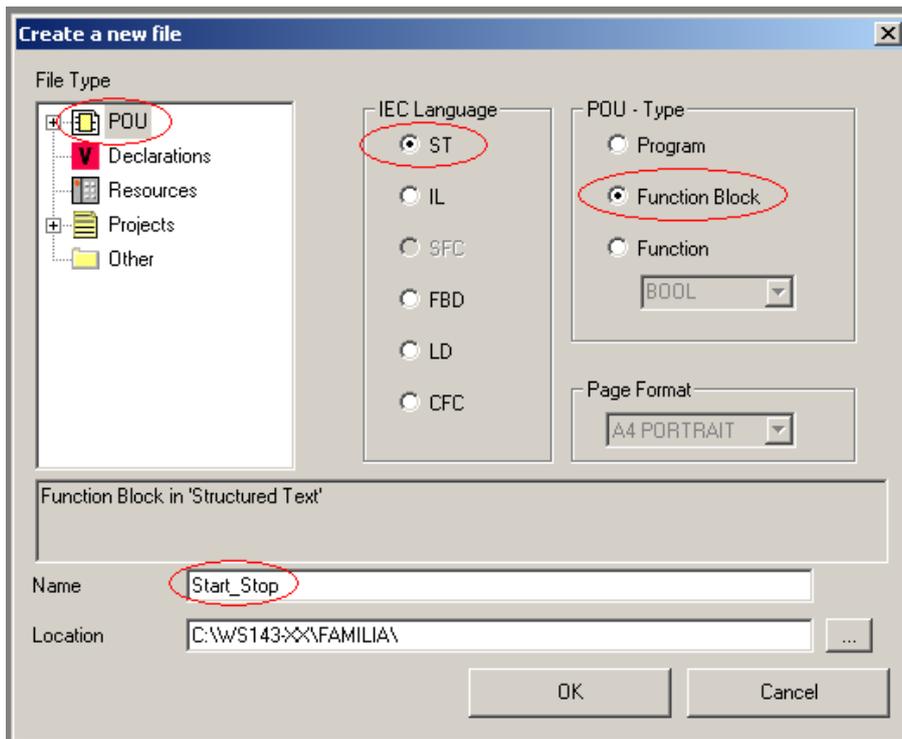
1. Открыть программу OpenPCS. Создать новый проект.
2. Настроить новое соединение с контроллером. Имя «PLC06», IP-адрес – 192.168.0.161.

Меню PLC → Connetions.

3. Создать новый ресурс, сделать его активным. Настроить свойства:



4. Создать новый функциональный блок на языке ST:

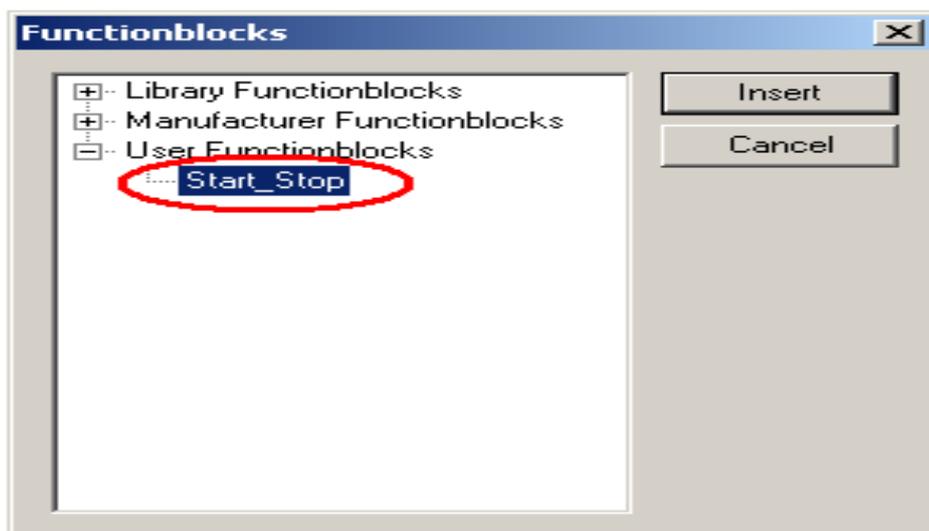


5. В разделе объявлений создать переменные согласно таблице, а также функциональные блоки T1\_PLC и T2\_PLC типа RS.

Название сигнала	Вид переменной	Тип переменной
Valve_In	входной	Bool
Reset	входной	Bool
Pump_In	входной	Bool
And1	внутренний	Bool
And2	внутренний	Bool
Valve_Control	выходной	Bool
Pump_Control	выходной	Bool

6. В редакторе кода написать код программы, аналогичной п.4 практического занятия 4. Сделайте скриншот для отчета.

7. Проверить ФБ на синтаксические ошибки: при отсутствии ошибок в ресурсе ФБ появится в меню вставки ФБ. В редакторе переменных вызовите меню (нажав правой кнопкой мыши на поле) как на рис. 1-3, и удостоверьтесь в наличии вашего блока:



8. Импортировать файлы Variables.POE и Transport.ST из папки C:\WS143\_06\Методические указания. Откройте и сделайте проверку синтаксиса файла Transport.ST. Добавьте импортированные файлы к активному ресурсу.

9. Создать новую программу на языке FBD. Откройте Variables.POE – здесь описаны глобальные переменные, которые переключаются в физические адреса ПЛК Elsy-ТМ в Transport.ST. Скопируйте переменные, приведенные в таблице 1-2, из Variables.POE в вашу программу.

Название сигнала	Вид переменной	Тип переменной
D_In_3_1	внешняя	Bool
D_In_3_2	внешняя	Bool
D_In_3_3	внешняя	Bool
D_Out_1_1	внешняя	Bool
D_Out_1_2	внешняя	Bool
D_Out_2_1	внешняя	Bool
D_Out_2_2	внешняя	Bool

10. Добавить в переменные функциональный блок Start\_Stop1 типа Start\_Stop.

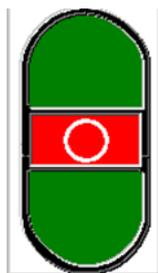
11. Добавьте функциональный блок в поле редактора кода. Соедините контакты ФБ с переменными:

Valve\_IN с D\_In\_3\_3,  
 Reset с D\_In\_3\_2,  
 Pump\_In с D\_In\_3\_1,  
 Valve\_Control с D\_Out\_1\_1 и D\_Out\_2\_1,  
 Pump\_Control с D\_Out\_1\_2 и D\_Out\_2\_2.

Сделайте скриншот для отчета

12. Проверьте программу на синтаксические ошибки. Откомпилируйте (plc->bild), свяжитесь (plc->online) и прошейте программу в ПЛК Elsy-ТМ. Запустите программу в контроллере при помощи OpenPCS2006 PLC-> Coldstart или соответствующей кнопкой на панели инструментов. Сделайте скриншот для отчета.

13. Проверьте правильность работы программы, используя пульт станда или программный пульт:



## Лабораторная работа 6. Обработка сенсорной информации

Цель работы: Закрепление навыков программирования промышленных контроллеров.

Работа выполняется в режиме дистанционного подключения к оборудованию лаборатории СУ ТП ТУСУРа. Инструкция по подключению (адрес и пароль) выдается преподавателем индивидуально.

Отчет оформляется в виде электронного документа.

Задания:

1. Открыть программу OpenPCS. Создать новый проект.
2. Настроить активный ресурс на соединение с plc06.
3. Создайте новый ФБ на языке ST с именем SENS1, который будет выполнять функцию обработки сигнала с дискретного датчика.

4. Реализуйте в функциональном блоке следующий алгоритм:

Сигнал Up отвечает за увеличение числа, когда значение достигает 255, сбрасывается в 0 и начинает увеличиваться дальше.

Сигнал Down отвечает за уменьшение числа, когда значение достигает 0, сбрасывается в 255 и начинает уменьшаться дальше.

Сигнал Reset сбрасывает число в 0.

Если Вы уверенно чувствуете себя в программировании, реализуйте следующий дополнительный функционал: При длительном удержании сигналов Up или Down в состоянии True, через 2 секунды должно начать автоматически увеличиваться или уменьшаться значение с периодом полсекунды.

5. ФБ должен иметь 3 входных (Up, Down, Reset типа Bool) и 1 выходную (Out1 типа Uint) переменную, количество внутренних переменных и их название не имеет значение. Код ФБ должен выполнять описанный алгоритм. Для правильной работы блока Вам понадобятся стандартные ФБ R\_TRIG или F\_TRIG. Для реализации дополнительного функционала: TP, TON или TOF. Проверьте ФБ на синтаксические ошибки. Сделайте скриншот для отчета.

6. Импортировать файлы Variables.POE и Transport.ST из папки C:\WS143\_06\Методические указания. Откройте и сделайте проверку синтаксиса файла Transport.ST. Добавьте импортированные файлы к активному ресурсу.

7. Создайте 2 новые глобальные переменные в файле Variables.POE, Out\_Uint и In\_Uint типа Uint. Вставьте эти переменные в вашу программу во внешние переменные. Добавьте их же в файл Transport.ST во внешние переменные. Далее вам будет необходимо сделать переключку в файле Transport.ST для сопоставления глобальных переменных и внутренних адресов контроллера. Найдите в локальных переменных следующие переменные: Tr2W\_6\_16\_60 и Ti2W\_6\_3\_60 типа Uint. В Редакторе кода напишите следующее:

```
Ti2W_6_3_60:= Out_Uint;
```

```
In_Uint:=Tr2W_6_16_60;
```

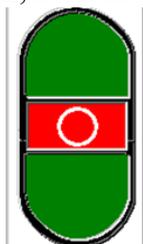
Сделайте скриншот для отчета.

8. Откройте файл Variables.POE и скопируйте следующие переменные, которые будут использоваться в программе как внешние:

Название сигнала	Вид переменной	Тип переменной
D_In_3_1	внешняя	Bool
D_In_3_2	внешняя	Bool
D_In_3_3	внешняя	Bool
Out_Uint	внешняя	Uint

9. Опишите ваш ФБ SENS1. И сопоставьте им входа и выхода. Для SENS1 на вход подаются D\_In\_3\_X на выход Out\_Uint. После того как программа будет готова, проверьте ее на синтаксические ошибки и откомпилируйте. После того как код не будет содержать ошибок, пройдите его в контроллер и запустите программу. Сделайте скриншот для отчета.

10. Проверьте правильность работы, используя пульт стенда или программный пульт:



#### Лабораторная работа 7. Реализация и отладка алгоритма обработки дискретной последовательности

Цель работы: Закрепление навыков программирования промышленных контроллеров.

Работа выполняется в режиме дистанционного подключения к оборудованию лаборатории СУ ТП ТУСУРа. Инструкция по подключению (адрес и пароль) выдается преподавателем индивидуально.

Отчет оформляется в виде электронного документа.

Задания:

1. Открыть программу OpenPCS. Создать новый проект.
2. Настроить активный ресурс на соединение с plc06.
3. Создайте новый ФБ на языке ST с именем DC1, который будет выполнять функцию обработки Дискретной последовательности импульсов.
4. Реализуйте в функциональном блоке следующий алгоритм:

Сигнал Up отвечает за позицию бита в байте, признак завершения ввода числа служит восьмое нажатие кнопки.

Сигнал Down отвечает за значение бита, если кнопка была нажата, то в бит записывается 1, если не нажимается то 0.

Сигнал Reset сбрасывает число в 0.

Затем полученное двоичное число переводим в десятичное.

Пример:

1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	1	0	0	0	0	1

Вводится следующим образом: вверх, вверх, вниз и не отпуская кнопки нажимаем вверх, вверх, вверх, вверх, вверх, вниз и не отпуская кнопки нажимаем вверх. 8-ой бит это 2 в нулевой степени, соответственно равен единице. 3-ий бит это 2 в пятой степени и соответственно равен 32, что в сумме с 8-ым битом дает 33.

5. ФБ должен иметь 3 входных (Up, Down, Reset типа Bool) и 1 выходную (Out1 типа Uint) переменную, количество внутренних переменных и их название не имеет значение. Код ФБ должен выполнять описанный алгоритм. Для правильной работы блока Вам понадобятся стандартные ФБ R\_TRIG или F\_TRIG. Для реализации дополнительного функционала: TP, TON или TOF. Проверьте ФБ на синтаксические ошибки. Сделайте скриншот для отчета.

6. Импортировать файлы Variables.POE и Transport.ST из папки C:\WS143\_06\Методические указания. Откройте и сделайте проверку синтаксиса файла Transport.ST. Добавьте импортированные файлы к активному ресурсу.

7. Создайте 2 новые глобальные переменные в файле Variables.POE, Out\_Uint и In\_Uint типа Uint. Вставьте эти переменные в вашу программу во внешние переменные. Добавьте их же в файл Transport.ST во внешние переменные. Далее вам будет необходимо сделать переключку в файле Transport.ST для сопоставления глобальных переменных и внутренних адресов контроллера. Найдите в локальных переменных следующие переменные: Tr2W\_6\_16\_60 и Ti2W\_6\_3\_60 типа Uint. В Редакторе кода напишите следующее:

```
Ti2W_6_3_60:= Out_Uint;
```

```
In_Uint:=Tr2W_6_16_60;
```

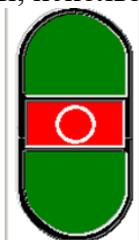
Сделайте скриншот для отчета.

8. Откройте файл Variables.POE и скопируйте следующие переменные, которые будут использоваться в программе как внешние:

Название сигнала	Вид переменной	Тип переменной
D_In_3_1	внешняя	Bool
D_In_3_2	внешняя	Bool
D_In_3_3	внешняя	Bool
Out_Uint	внешняя	Uint

9. Опишите ваш ФБ DC1. И сопоставьте им входа и выхода. Для DC1 на вход подаются D\_In\_3\_X на выход Out\_Uint. После того как программа будет готова, проверьте ее на синтаксические ошибки и откомпилируйте. После того как код не будет содержать ошибок, пройдите его в контроллер и запустите программу. Сделайте скриншот для отчета.

10. Проверьте правильность работы, используя пульт станда или программный пульт:



#### Лабораторная работа 8. Конфигурирование коммуникационного контроллера и диагностика соединения

Цель работы: Закрепление навыков программирования и конфигурирования промышленных контроллеров на примере настройки соединения по протоколу ModBusTCP.

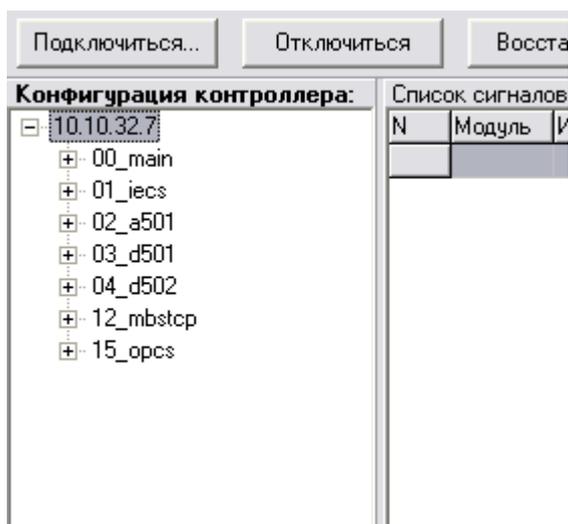
Работа выполняется в режиме дистанционного подключения к оборудованию лаборатории СУ ТП ТУСУРа. Инструкция по подключению (адрес и пароль) выдается преподавателем индивидуально.

Отчет оформляется в виде электронного документа.

Задания:

1. Запустите программу ElsyTMPultPC.

2. Считайте конфигурацию контроллера. В контроллере может быть загружена конфигурация, не удовлетворяющая нашим требованиям. В этом случае необходимо будет ее изменить. Конфигурация модулей, которая будет удовлетворять нашим требованиям:



3. Загрузите созданную конфигурацию в контроллер.

4. Откройте конфигурацию в программе ElsyTMManager .

5. Маршрутизируйте сигналы телеизмерения (ТИ), телесигнализации (ТС), телеуправления (ТУ) и телерегулирования (ТР) с соответствующих модулей контроллера в OpenPCS как описано ниже. Для маршрутизации сигнала ТИ откройте закладку модуля ТА-501 «02\_a501-> Сигналы->Сигналы выходные». Выделите сигнал AnaIn\_2, нажмите на него правой кнопкой мыши и выберите пункт меню «Маршрутизировать в OpenPCS».

6. Прделайте ту же операцию с сигналом ТС (маршрутизируйте выходной сигнал с модуля ТД – 501 - сигнал DigIn\_1).

7. Создайте новый сигнал в закладке выходных сигналов модуля 12\_mbstcp. Для этого откройте закладку «12\_mbstcp->Сигналы->Сигналы выходные». Нажмите на поле сигналов правой кнопкой мыши и выберите в появившемся меню пункт «Добавить сигнал». Опишите сигнал согласно рисунку:

**Добавление сигнала в модуль 12\_mbstcp**

Поставщик: 12\_mbstcp

Сигнал

Имя: TU\_Signal  Несколько

Тип: Bool Кол-во: 2

Значение: 0

Группа: user

Доступ к сигналу с помощью диагностических средств

Чтение  Чтение и запись  Скрыть

Атрибуты сигнала

Сигнал  Команда

Адрес сигнала:

Нативный адрес

АдрКП	Функция	Регистр
0	15	22

Регистр:U2;0-65535

Описание:

Здесь нативный адрес состоит из трех полей:

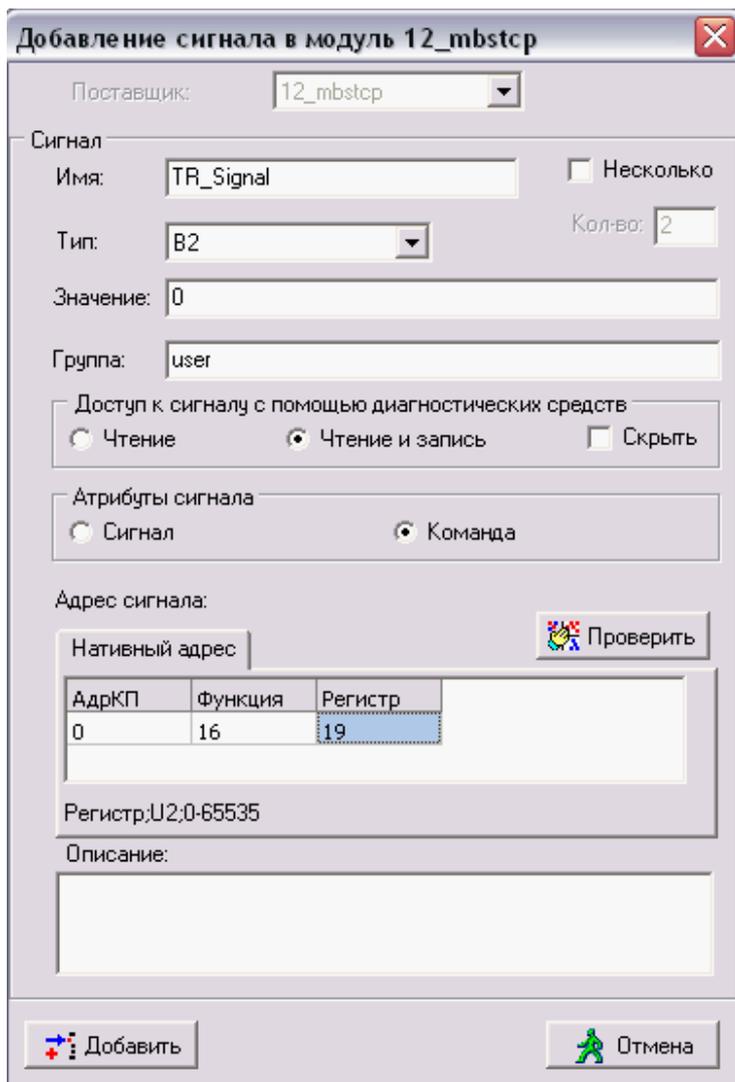
поле “АдрКП” - содержит адрес КП, но при создании сигнала всегда равен нулю, так как адрес КП задается в конфигурации процессорного модуля для всех сигналов одновременно;

поле “Функция” – его назначение пояснено в следующей таблице:

Функция	Код функции Modbus
Чтение битовой ячейки (Coil)	1
Чтение битового входа (Input)	2
Чтение регистра (Holding Register)	3
Чтение входного регистра (Input Register)	4
Запись битовой ячейки (Coil)	15
Запись регистра (Holding Register)	16
Состояние связи с подчиненной станцией	255

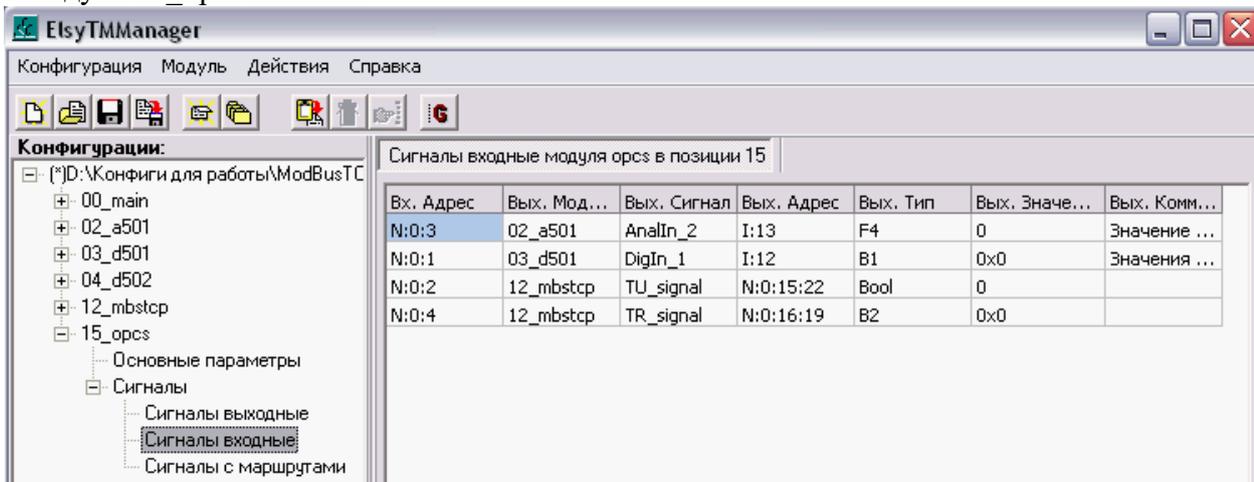
поле “Регистр” – адрес регистра хранения сигнала.

8. В этой же закладке добавьте сигнал телерегулирования TR\_Signal. Опишите его согласно рисунку:



9. Маршрутизируйте оба сигнала в модуль OpenPCS.

10. В случае правильного выполнения маршрутизации при открытии закладки модуля OpenPcs: «15\_orcs->Сингалы ->Сигналы входные» Вы увидите четыре маршрутизированных в модуль 15\_orcs сигнала.



11. В редакторе конфигураций создайте выходной сигнал в модуле 15\_orcs и настройте его параметры как показано на рисунке:

**Добавление сигнала в модуль 15\_orcs**

Поставщик: 15\_orcs

Сигнал

Имя: TI\_Out  Несколько

Тип: B2 Кол-во: 2

Значение: 0

Группа: user

Доступ к сигналу с помощью диагностических средств

Чтение  Чтение и запись  Скрыть

Атрибуты сигнала

Сигнал  Команда

Адрес сигнала:

Нативный адрес

ТипДанных	НомерСигн
1	20

НомерСигнала;U2;0-4095

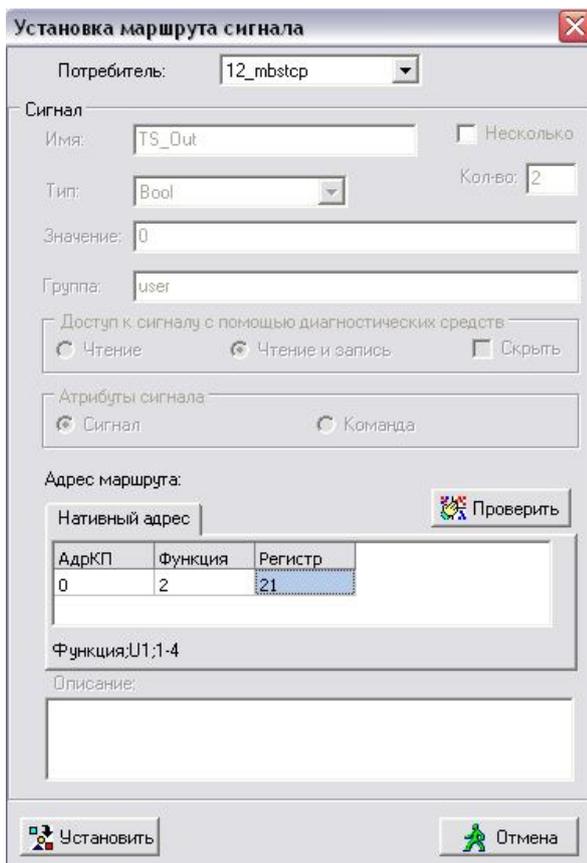
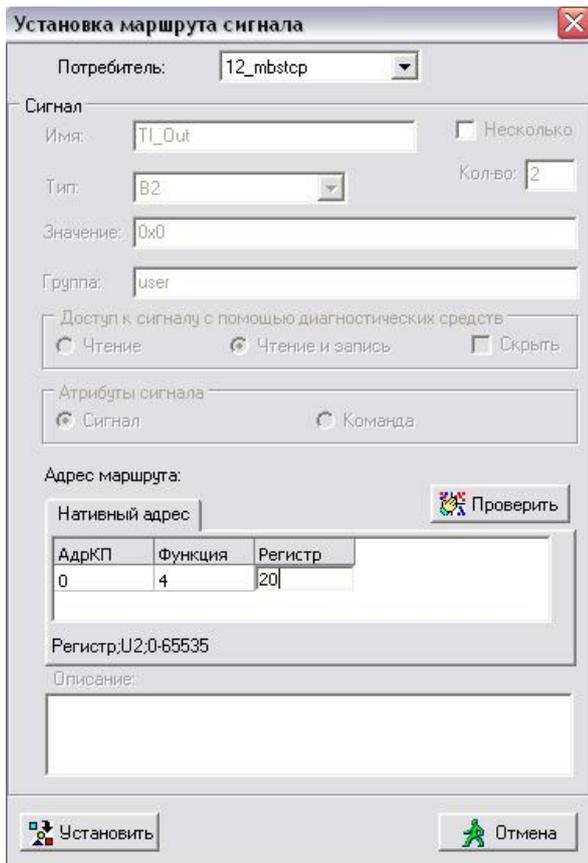
Описание:

Создайте еще два сигнала:

TS\_Out с номером сигнала 21, типом данных Bool;

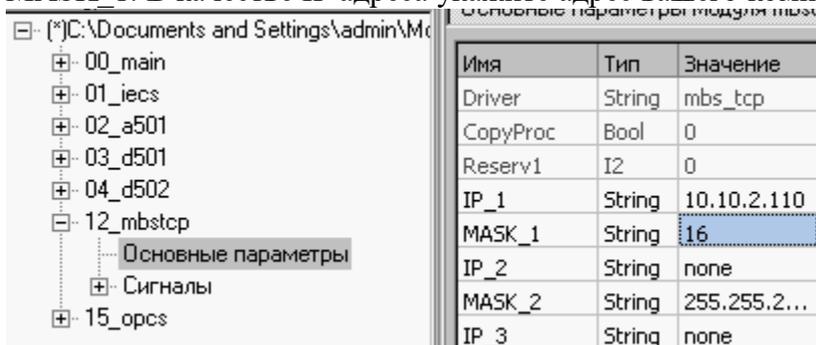
TU\_Out и TR\_Out с номерами сигналов 22 и 19 соответственно, тип данных – B1.

12. Маршрутизируйте сигналы TI и TS в модуль 12\_mbstcr с параметрами маршрутов, приведенными на рисунках



13. Маршрутизируйте сигналы TU\_Out и TR\_Out в модуль ТД-502. Индексный адрес – 0 и 2 соответственно (это означает, что маршрутизируемый байт будет адресоваться на первые и третьи выходные сигналы соответственно).

14. Откройте “Основные параметры” модуля 12\_mbstcp и измените параметры IP\_1 и MASK\_1. В качестве IP адреса укажите адрес вашего компьютера 192.168.0.160.



15. В меню “Действия” выберите пункт “Сгенерировать переменные OPCS в буфер обмена”.

16. Запустите OpenPCS и создайте программу на языке ST.

17. Поместите переменные из буфера обмена в область локальных переменных программы.

18. Опишите переменные и создайте программу так же, как это показано на рисунке:

```

VAR
(*Выходные сигналы для подачи по модбасу*)
TI_Out      AT %QW0.0  :WORD;  (*N:1:20*)
TS_Out      AT %QX4.0  :BOOL;  (*N:1:21*)
(*Сигнал принимаемый с модбаса для телеуправления (TU) и телерегулирования (TR)*)
TU_signal   AT %IX15.0 :BOOL;  (*N:0:2*)
TR_signal   AT %IW18.0 :WORD;  (*N:0:4*)

(*Сигналы с модулей ввода*)
AnalIn_2    AT %ID0.0  :REAL;  (*N:0:3*)
AnalIn_4    AT %ID6.0  :REAL;  (*N:0:0*)
DigIn_1     AT %IB12.0 :BYTE;  (*N:0:1*)

(*Сигнал, адресуемый на модуль дискретного вывода*)
TU_Out      AT %QB7.0  :BYTE;  (*N:1:22*)
TR_Out      AT %QB10.0 :BYTE;  (*N:1:19*)
(*Внутренние переменные для перекадки*)
TiMB        :Real;    (*Внутренняя переменная, которая принимает аналоговый сигнал*)
(*В реальных проектах переменная может идти на дополнительную обработку*)
TSiMB       :Bool;    (*Переменная принимает первый бит (первый сигнал) с модуля дискретного ввода*)
(*В реальных проектах переменная может идти на дополнительную обработку*)
TUoMB       :Bool;    (*Переменная для перекадки сигнала из модбаса в модуль дискретного вывода*)
(*В реальных проектах переменная может идти на дополнительную обработку*)
TRoMB       :word;    (*Переменная для перекадки сигнала телерегулирования из модбаса в модуль*)
(*дискретного вывода. В реальных проектах переменная может идти на*)
(*дополнительную обработку*)
END VAR

(*Перекадка сигнала с модуля аналогового ввода в переменную, адресуемую в протокол модбас*)
TiMB:=AnalIn_2;
TiMB:=TiMB*1000.0;
TI_Out:=Real_To_Word(TiMB);    (*Переводим тип данных из Real в тип Word*)

(*Перекадка сигнала телесигнализации из модуля дискретного ввода в переменную, адресуемую в протокол модбас*)
TSiMB:=DigIn_1.0;    (*Перекадывается первый бит (сигнал с первого входа)*)
TS_Out:=TSiMB;

(*Перекадка сигнала телеуправления, приходящего с модбаса на первый выход модуля дискретного вывода*)
TUoMB:=TU_signal;
TU_Out.0:=TUoMB;    (*Сигнал перекадывается на первый бит (на первый выход)*)

(*Программа, которая переводит сигнал телерегулирования в битовую строку и посылать ее на модуль дискретного вывода*)
TRoMB:=TR_signal;
TR_Out:=Word_TO_Byte(TRoMB);

```

19. Загрузите созданную программу в контроллер и включите её выполнение. Сделайте скриншот для отчета.

## **7 Оформление отчетов по лабораторным работам**

Отчет по лабораторной работе должен включать:

1. Титульный лист, оформленный в соответствии с приложением А.
2. Введение, в котором указывается цель работы, схема лабораторной установки и описываются полученные исходные данные.
3. Ход работы, в которой описывается выполнение каждой задачи.
4. Заключение.

В целях завершения лабораторной работы в аудитории по решению преподавателя допускается сдача аккуратно оформленного рукописного отчета, включая титульный лист, со вставкой и вклейкой скриншотов, прочих рисунков и изображений графиков

### Список рекомендуемой литературы

1. Гофман, П. М. Инструменты программирования промышленных контроллеров. CoDeSys : учебное пособие / П. М. Гофман, П. А. Кузнецов. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2019. — 94 с. (доступ: <https://e.lanbook.com/book/147515> ; дата обращения – 20.06.2023 г)
2. Мятеж, С. В. Промышленные контроллеры : учебное пособие / С. В. Мятеж. — Новосибирск : НГТУ, 2016. — 160 с. (доступ: <https://e.lanbook.com/book/118135> ; дата обращения – 20.06.2023 г)
3. Смирнов, Ю. А. Технические средства автоматизации и управления : учебное пособие / Ю. А. Смирнов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 456 с. (доступ: <https://e.lanbook.com/book/140779> ; дата обращения – 20.06.2023 г)

## Приложение А

### Образец титульного листа отчета по лабораторным работам

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

Факультет инновационных технологий  
Кафедра управления инновациями

ОТЧЁТ  
по лабораторной работе по дисциплине

Тема лабораторной работы

Студент гр. 0ХХ

\_\_\_\_\_ И.О. Фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_г.

Преподаватель

Должность, ученая степень (если есть)

\_\_\_\_\_ И. О. Фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_г.

\_\_\_\_\_  
оценка

Томск 201