



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИГДиТ
С.Е. Гавришев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ НА ГОРНЫХ
ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Направление подготовки (специальность)
21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО

Направленность (профиль/специализация) программы
21.05.04 специализация N 10 "Электрификация и автоматизация горного производства"

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения
очная

Институт/ факультет Институт горного дела и транспорта

Кафедра Горных машин и транспортно-технологических комплексов

Курс 5

Семестр 10

Магнитогорск
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 21.05.04
ГОРНОЕ ДЕЛО (приказ Минобрнауки России от 17.10.2016 г. № 1298)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Горных машин и
транспортно-технологических комплексов

27.12.2019, протокол № 6

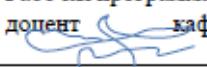
Зав. кафедрой  А.Д. Кольга

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИПДИТ

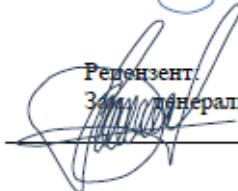
25.02.2020 г. протокол № 7

Председатель  С.Е. Гаврилов

Рабочая программа составлена:

доцент  кафедры ГМиТТК, канд. техн. наук
А.М. Филатов

Рецензент
Зам. генерального директора ООО "УралЭнергРесурс", канд. техн. наук
И.с. Туркин



Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № _____
Зав. кафедрой _____ А.Д. Кольга

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № _____
Зав. кафедрой _____ А.Д. Кольга

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № _____
Зав. кафедрой _____ А.Д. Кольга

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № _____
Зав. кафедрой _____ А.Д. Кольга

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № _____
Зав. кафедрой _____ А.Д. Кольга

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № _____
Зав. кафедрой _____ А.Д. Кольга

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью дисциплины является формирование у студентов знаний по современным системам автоматизации горных предприятий и умений их использования в проектных решениях.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Современные системы автоматизации на горных предприятиях входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Проектирование и расчет следящих систем гидроприводов горных машин и оборудования

Научно-исследовательская работа

Информатика

Гидропневмопривод и гидропневмоавтоматика горных машин

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Проектирование оборудования горного производства

Организация работы и обслуживания технологического оборудования горных предприятий

Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт горных машин

Организация эксплуатации горных машин

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения

дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Современные системы автоматизации на горных предприятиях» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-7 умением пользоваться компьютером как средством управления и обработки информационных массивов	
Знать	компьютерную технику программные средства обработки массивов данных
Уметь	квалифицированно применять компьютерную технику пользоваться программными средствами
Владеть	компьютерными технологиями в сфере управления и обработки информационных массивов
ПСК-10.4 способностью и готовностью создавать и эксплуатировать системы автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства	
Знать	основные определения, термины и понятия автоматизированных систем методы построения систем автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства
Уметь	активно эксплуатировать системы автоматизации технологических процессов, проектировать автоматизированные комплексы и машины горного производства

Владеть	способностью создавать системы автоматизации технологических процессов готовностью творчески эксплуатировать автоматизи-рованные машины и установки горного производства
---------	---

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 43,5 акад. часов;
 - аудиторная – 42 акад. часов;
 - внеаудиторная – 1,5 акад. часов
 - самостоятельная работа – 64,5 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

2.1 Автоматизация угледобывающих машин и комплексов. Проблема автоматизации забойных машин. Варианты автоматизации. Математические модели динамики угледобывающих машин. Частотные и передаточные функции электропривода угледобывающих комбайнов. Автоматизация движения угледобывающих машин по газовому фактору. Классификация и типовые структуры промышленных автоматических регуляторов. Серийный промышленный регулятор «Уран-1М». Регулятор нагрузки и скорости для очистных комбайнов с вынесенной системой подачи.	10	2	1/0,5И	4	Поиск дополнительной информации по заданной теме. Выполнение практической работы.	Прохождение тестового контроля №2 на портале МГТУ	ОПК-7
Итого по разделу		2	1/0,5И	4			
3. Тема 3							
3.1 Автоматическое управление предохранительными лебедками, работающими совместно с выемочными машинами. Релейно-импульсные регуляторы. Принцип работы релейно-импульсного элемента. Датчик тока нагрузки. Аппаратура управления забойными машинами САУК-М. Аппаратура управления забойными машинами АУЗМ. Аппаратура управления СПК-А забойным оборудованием на крутых пластах. Аппаратура автоматического управления ЦПУ. Типовые схемы управления.	10	2	1/0,5И	4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Прохождение тестового контроля на портале МГТУ №3	ОПК-7
Итого по разделу		2	1/0,5И	4			
4. Тема 4							

6.1 Автоматизация процесса транспортирования полезного. Зарубежный опыт автоматизации подземного транспорта. Основные принципы и средства автоматизации шахтного конвейерного транспорта. Автоматическое регулирование производительности конвейеров. Средства автоматизации ленточных и скребковых конвейеров. Устройство двухцепных конвейеров. Контроль пробуксовки и скорости ленты. Контроль температуры приводных барабанов ленточных конвейеров. Контроль уровня накопительных емкостей. Комплектная аппаратура автоматизации конвейерных линий. Унифицированная блочная аппаратура ЦИКЛ автоматизированного управления, сигнализации и связи для конвейеров типажного ряда и конвейерных линий.	10	2	1/0,5И	4,5	Выполнение практических работ	Прохождение тестового контроля №6	ОПК-7
Итого по разделу		2	1/0,5И	4,5			
7. Тема 7							
7.1 Автоматизация подземного рельсового транспорта. Виды управления откаткой полезного ископаемого. Аппаратура автоматизации управления сигнальными огнями и с Средства автоматизации электровозного транспорта. Ком-плекс НЭРПА. Комплекс контроля движения рельсового транспорта. Аппаратура сигнализации и блокировки КУВЭТ-1, КУВЭТ-2, КУВЭТ-3. Устройство формирования информации УФИ.	10	2	1/0,5И	4,5	Самостоятельное изучение учебной и научно-литературы	Прохождение тестового контроля №7	
Итого по разделу		2	1/0,5И	4,5			
8. Тема 8							

8.1 Автоматизация стационарных установок. Шахтные подъемные установки. Классификация подъемных установок. Основные технические средства автоматизации подъемных установок. Аппаратура контроля нагрузки подъемных машин. Аппаратура управления подъемными машинами. Средства контроля загрузки и разгрузки сколов. Основные виды автоматической защиты подъемных установок. Режимы работы подъемных установок. Регуляторы хода подъемных установок. Автоматизация подъемных установок с асинхронным приводом. Автоматизация пуска по току с дополнительной выдержкой по времени.	10	2	1/0,5И	4,5	Поиск и изучение дополнительного материала. Выполнение практических работ	Прохождение тестового контроля №8	
Итого по разделу		2	1/0,5И	4,5			
9. Тема 9							
9.1 Управление пуском асинхронного двигателя с жидкостным реостатом. Автоматизация подъемной установки в период равномерного хода. Частотное управление подъемной машиной. Автоматизация дотягивания и стопорения подъемной машины. Подъемные установки с приводом постоянного тока. Система управления ТП-Д (тиристорный преобразователь – двигатель). Автоматическое управление подъемной машиной при помощи асинхронно-вентильного каскада.	10	2	1/0,5И	4,5	Самостоятельное изучение учебной и научно-литературы	Прохождение тестового контроля №9	
Итого по разделу		2	1/0,5И	4,5			
10. Тема 10							

10.1 Системы автоматического управления проветриванием шахт. Общие вопросы автоматизации проветривания шахт. Автоматизация режимов работы шахтных вентиляторов главного проветривания. Математическая модель управления проветриванием для централизованных схем. Основные технологические схемы работы вентиляторных установок. Автоматическое регулирование производительности вентиляторов главного проветривания. Средства автоматизации вентиляторов главного проветривания. Комплектная аппаратура автоматизации вентиляторов главного проветривания.	10	2	1/0,5И	4,5	Выполнение практических работ	Прохождение тестового контроля №10	
Итого по разделу		2	1/0,5И	4,5			
11. Тема 11							
11.1 Автоматизация водоотливных. Общее построение системы автоматического управления шахтной водоотливной установкой. Автоматизация заливки насосов. Аппаратура и принципиальные электрические схемы автоматизации водоотливных установок. Автоматический контроль уровня воды в водосборнике. Автоматический контроль работы и защиты насосной установки от аварийных состояний. Автоматизация главной водоотливной установки в функции периода минимальной энергонагрузки шахтной сети.	10	2	1/0,5И	4,5	Самостоятельное изучение учебной и научно-литературы	Прохождение тестового контроля №11	
Итого по разделу		2	1/0,5И	4,5			
12. Тема 12							

12.1 Автоматизация канатных . Особенности работы одноконце-вых откаток и требования, предъявляемые к их автоматизации. Схемы автоматизации откатки с одно-концевым канатом. Автоматический контроль температуры подшипников откатной лебедки. Технические средства автоматизации канатных откаток. Автоматический контроль схода с рельсов подъемных сосудов канатных откаток.	10	2	1/0,5И	4,5	Выполнение практических работ	Прохождение тестового контроля №12	
Итого по разделу		2	1/0,5И	4,5			
13. Тема 13							
13.1 Контроль за содержанием метана в рудничной. Средства контроля за содержанием метана в рудничной атмосфере. Принципиальная схема датчика ДМТ-3Т. Аппаратура сиг-нализации АС-3У. Комплект аппаратуры АМТ-3Т; АМТ-3У.	10	2	1/0,5И	4,5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Прохождение тестового контроля №13	
Итого по разделу		2	1/0,5И	4,5			
14. Тема 14							
14.1 Автоматизация калориферных установок. Виды технологических схем калориферных установок. Ка-лориферная установка как объект автоматического управления. Технологические схемы безвентиляторной и вентиляторной калориферной установок. Комплектная аппаратура АКУ-3	10	2	1	4,1	Выполнение практических работ	ИТОГОВЫЙ ТЕСТ	
Итого по разделу		2	1	8			
Итого за семестр	28		14/6И	60,6		зачёт	
Итого по дисциплине	28		14/6И	64,5		зачет	ОПК-7

5 Образовательные технологии

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается использование современного мультимедийного оборудования (проекторов, персональных компьютеров) для более четкого и наглядного восприятия учебного материала. Изложение лекционного материала сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие проводится в форме презентации с представлением результатов проектной деятельности с использованием специализированных программных сред.

В ходе проведения всех практических занятий предусматривается использование средств вычислительной техники при выполнении индивидуальных заданий и контрольной работы; использование электронного демонстрационного материала по темам, требующим иллюстрации работы программных продуктов: FluidSimH, MS Word, MS Excel, MS Power Point;

В процессе преподавания дисциплины используются технические средства обучения (дидактический стенд фирмы FESTO)

Текущий, промежуточный контроль проводится тестированием на образовательном портале МГТУ с обязательным обсуждением выполнения практического задания.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Бергер Г. Автоматизация посредством STEP 7 с использованием STL и SCL и программируемых контроллеров SIMATIC S7-300/400. Siemens AG, Нюрнберг, 2001.
2. Программирование с помощью STEP 7 V5.3. Руководство 6ES7810-4CA07-8BW1. Siemens AG, Нюрнберг, 2004.

б) Дополнительная литература:

1. Альтерман И.З. Программируемые контроллеры Simatic Step-7. 1-ый уровень профессиональной подготовки. Москва. Siemens. 2011 г.
2. Альтерман И.З. Программируемые контроллеры Simatic Step-7. 2-й уровень профессиональной подготовки. Москва. Siemens. 2011 г
3. Аветисян Д.А.. Основы автоматизированного проектирования электромеханических преобразователей. - М.: Высшая школа, 1998.

в) Методические указания:

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный	Д-300-18 от 21.03.2018	28.01.2020
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
MS Office Project Prof 2013(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
Электронные плакаты по дисциплине "Сети ЭВМ"	Д-903-13 от 14.06.2013	бессрочно
Электронные плакаты по курсу "Автоматизированные системы управления на основе микропроцессорных технологий"	Д-903-13 от 14.06.2013	бессрочно

Профessionальные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

В соответствии с учебным планом по дисциплине предусмотрены следующие виды занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа, консультации, зачет.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа:

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебные аудитории для проведения занятий для проведения практических занятий:

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации;

- доска, мультимедийный проектор, экран.

Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации;

- доска, мультимедийный проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся:

- персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в интернет и с доступом в электронную образовательную среду университета.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:

- стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

Образовательные и информационные технологии

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается использование современного мультимедийного оборудования (проекторов, персональных компьютеров) для более четкого и наглядного восприятия учебного материала. Изложение лекционного материала сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие проводится в форме презентации с представлением результатов проектной деятельности с использованием специализированных программных сред.

В ходе проведения всех практических занятий предусматривается использование средств вычислительной техники при выполнении индивидуальных заданий и контрольной работы; использование электронного демонстрационного материала по темам, требующим иллюстрации работы программных продуктов: FluidSimH, FluidSimP, SimsterMSWord, MSEExcel, MSPowerPoint;

В процессе преподавания дисциплины используются технические средства обучения (дидактические стенды фирмы FESTO)

Текущий, промежуточный контроль проводится тестированием на образовательном портале МГТУ с обязательным обсуждением выполнения практического задания

Приложение 1

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):

АКР №1 «Определение времени сканирования PLC»

-Известно время обновления входов = 300us и время обновления выходов= 100ns (1 us = 1 микросекунда)

Так. общее количество I/O время обновления $300 + 100 = 400$ us

Время выполнения каждой специфической инструкции, из руководства пользователя PLC:

LD - 2us

TMR - 4us

LD - 2us

OUT – 3us

-Определить полное время выполнения программы!

-Если скорость решения задачи важна как мы используем полученное время для повышения надежности?

-Сколько языков программирования предусматривает стандарт IEC61131-3.

-Какие выгоды позволяет получить внедрение стандарта IEC61131-3.

-Что представлено на данном рисунке?

-Основные термины

Определение терминов

DCS- DistributedControlSystem.

DESINA (DistributEdandStandardizedInstallAtiontechniqueformachinetools) - это торговая марка стандартной инсталляционной техники для распределенных систем управления станками. Этот стандарт определяет полный спектр требований к возможным вариантам подключения всех устанавливаемых компонентов. Стандарт позволяет снизить стоимость оборудования, а также снизить затраты на монтаж и подготовку технической документации.

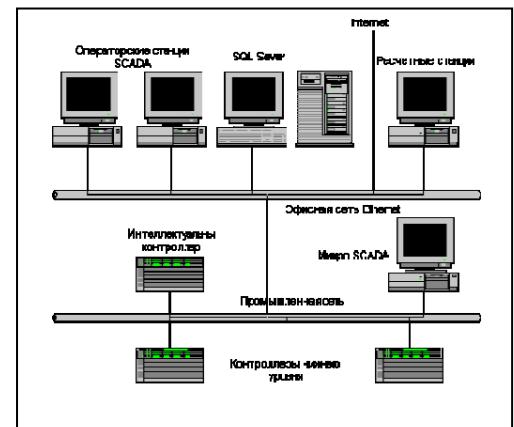
HMI- Human-MachineInterface. Это PC-интерфейс, позволяющий оператору контролировать процесс.

OLE - Object Linking and Embedding. Стандарт Microsoft на базе OPCпротокола.

OPC - OLEдля управления процессами. Стандартный промышленный протокол для коммуникаций.

PLC- ProgrammableLogicController. Часто используется вместе с HMIили SCADA системами.

SCAD A - Supervisory Control And Data Acquisition.|



АКР №2 «Особенности построения программ»

– Какие данные делает доступными операционная система PLC?

- Периферийные входы и выходы
- Образ процесса на входах и выходах
- Маркеры
- Таймеры
- Счетчики

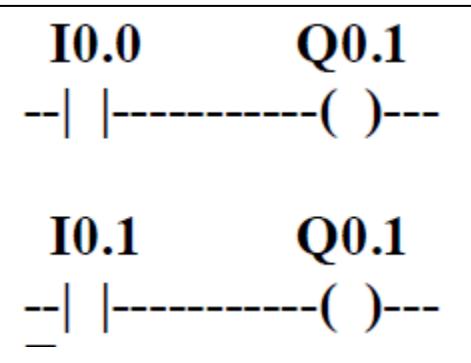
– Что включает Исполняемый код программы основной программы (OB1).
подпрограмм (Subroutine)

программ обработки прерываний (Interrupt)

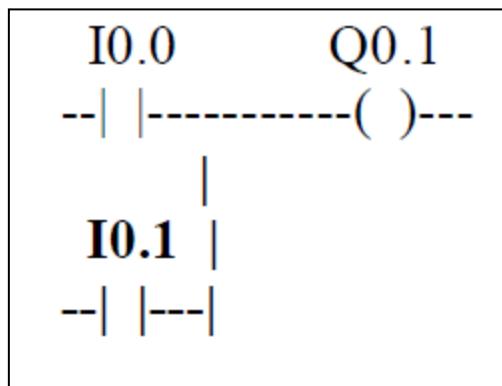
- Сколько символов может содержать короткий комментарий содержит (до 36 символов).

Создать новый проект в STEP 7-Micro/WIN32 (управление входами-выходами). Указать основные шаги!

- Имеется два выключателя (toggleswitches). Когда один из них включают, то двигатель включится. Предлагается две линии диаграммы. Почему при последовательном включение I0.0 а затем I0.1 двигатель работать не будет. «Синдром двойной катушки?» Как скорректировать программу?



Решение:



- Как выгрузить проект из контроллера и сохранить в памяти компьютера?
 - Как сделать очистку памяти при изменении программы?

АКР №3 «Технические средства систем управления с PLC»

- Какая логическая функция реализована на схеме?

STL Программа		Релейная схема	
		Шина питания	
A	I 1.0	Состояние I 1.0 = 1	Н.О. контакт
A	I 1.1	Состояние I 1.1 = 1	Н.О. контакт
=	Q 4.0	Состояние Q4.0 = 1	Катушка
		Изображение замкнутого контакта	

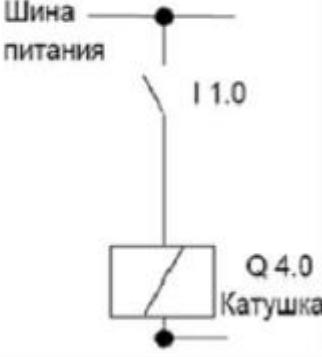
STL Программа		Релейная схема
		Шина питания
A	I 1.0	Состояние I 1.0 = 0 Н.О. контакт
AN	I 1.1	Состояние I 1.1 = 1 Н.З. контакт
=	Q 4.0	Состояние Q 4.0 = 0 Катушка

STL Программа		Релейная схема
		Шина питания
O	I 1.0	Состояние I 1.0 = 1 Н.О. контакт
O	I 1.1	Состояние I 1.1 = 0 Н.О. контакт
=	Q 4.0	Статус Q 4.0 = 1 Катушка

Изображение замкнутого контакта

STL Программа		Релейная схема
		Шина питания
A(I 0.0	I 0.0
O	M 10.0	M 10.0
O		
)		
A(I 0.2	I 0.2
O	M 10.3	M 10.3
O		
)		
A	M 10.1	M 10.1
=	Q 4.0	Q 4.0 Катушка

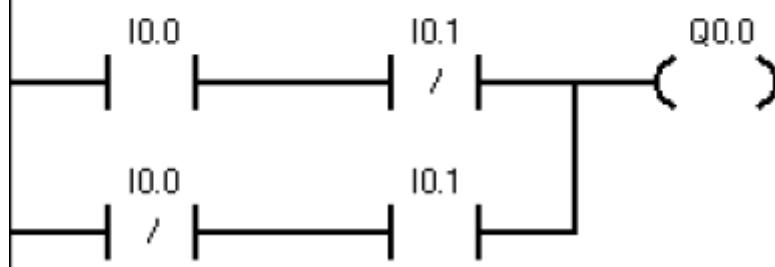
STL Программа		Релейная схема
		Шина
O	I 1.0	Состояние I 1.0 = 0 Н.О. контакт
ON	I 1.1	Состояние I 1.1 = 1 Н.З. контакт
=	Q 4.0	Состояние Q 4.0 = 1 Катушка

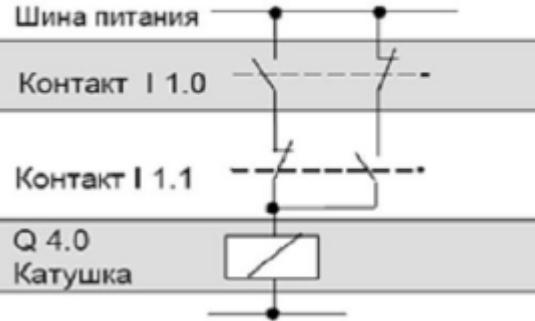
STL Программа	Релейная схема
A = I 1.0 Q 4.0	Шина питания 
Диаграмма состояний сигналов	
I 1.0  Q 4.0 	

XOR Logics. Логическая функция исключающее ИЛИ

Network 1 Network Title

Network Comment



STL Программа	Релейная схема
X I 1.0	Шина питания 
X I 1.1	
= Q 4.0	

- Разработать систему управления для следующего примера:

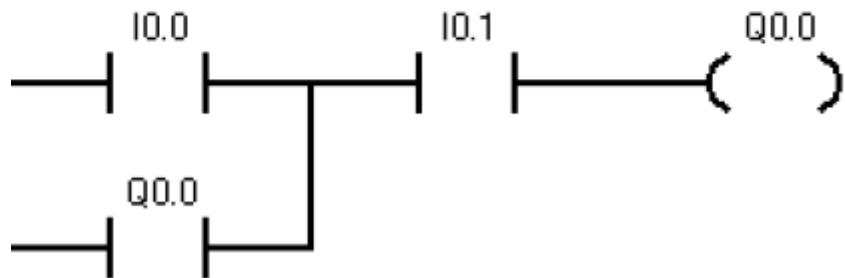
 1. При нажатии на кнопку должна включиться сигнализация (зуммер, сирена).
 2. Лампа, которая светится в исходном состоянии, должна погаснуть при нажатии на кнопку.
 3. Лампа должна гореть до тех пор, пока включена кнопка.
 4. При кратковременном нажатии на кнопку лампа должна гореть.

 - Рассмотрим длинный конвейер проходящий по всему производственному предприятию и имеющий многочисленные датчики обнаружения дефекта выпускаемого продукта. Любой активизированный датчик останавливает конвейер. Результат – конвейер больше стоит чем работает. Как улучшить систему управления конвейером? Очевидно, что плохой продукт хуже, чем никакой продукт).
 - Разработать схему включения в работу двигателя и отключения его посредством 2 мгновенных кнопок.

Самоблокировка (самоподхват) - ОС

Network 1 Network Title

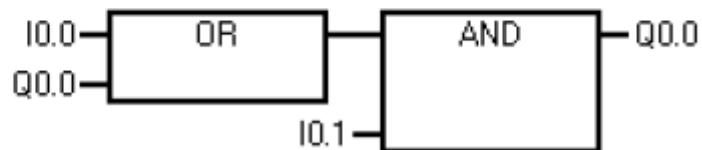
Network Comment



Самоблокировка (самоподхват) - ОС

Network 1 Network Title

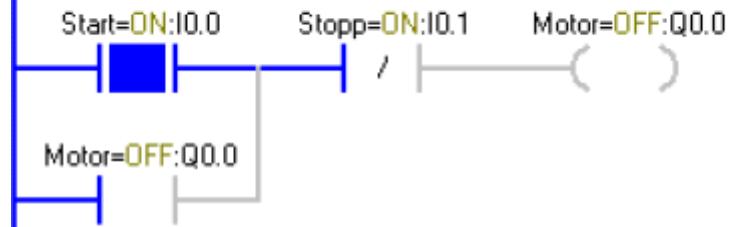
Network Comment



stop система без условия безопасности

Network 1 Network Title

Network Comment



Symbol	Address	Comment
Motor	Q0.0	Zapusk_motor
Start	I0.0	start_motor
Stopp	I0.1	knopka_stop_motor

- Чем отличается релейный выход от цифрового?

Релейный это там, где стоит реле, иногда его называют "сухим контактом" поскольку контакты реле не имеют электрической связи со схемами самого PLC. Релейные выходы условно противопоставляются "транзисторным", то есть полупроводниковому контакту, который имеет электрическую связь со схемами контроллера.

Цифровой (в смысле digital) обычно противопоставляется аналоговому и обозначает некоторый отдельный единичный контакт, включенный в какую-нибудь группу

контактов, обычно 8 по количеству бит в байте. В отличие от аналогового, изменения напряжения на таком контакте имеют два основных значения, условно соответствующих 1 и 0. Поэтому цифровой выход может иметь как релейный, так и транзисторный контакт, а само понятие несколько абстрагировано от электросхематики.

Цифровыми и аналоговыми бывают как выходы так и входы, а релейными и транзисторными только выходы.

- Что случится, если входы 10.0 и 10.1 оба включаются в то же самое время? Выход Q0.0 сбросили reset? Чтобы ответить на этот вопрос, мы должны думать о последовательности просмотра, ladder всегда просматривается сверху вниз, слева направо. Первая вещь в просмотре - смотреть на входы 10.0 и 10.1 оба физически включены. Затем ресурс выполняет программу. Начиная с верхнего левого, вход 10.0 верен, поэтому, он должен установить Q0.0. Затем просмотр идет в следующую ветку, и так как вход 10.1 верен, что он должен перезагрузить Q0.0. то есть, сбросить Q0.0. Поэтому в последней части просмотра, когда ресурс обновляет выход, он будет поддерживать отключение Q0.0 (то есть сброс (reset) Q0.0).

АКР №4 «Типы данных»

- С какими типами данных могут работать контроллеры SIMATIC S7?

BOOL	Данные этого типа являются комбинациями битов. От 1 бита (тип BOOL) до 32 битов (DWORD).
BYTE	Данные этого типа занимают ровно один символ из набора символов ASCII.
WORD	Эти данные доступны для обработки числовых величин (например, для расчета арифметических выражений).
DWORD	
CHAR	
INT	
DINT	
REAL	
S5TIME	
TIME	
DATE	
TIME_OF_DAY	Данные этого типа представляют различные значения времени и даты внутри STEP 7 (например, чтобы установить дату или ввести значение времени для таймера).

- Каковы типы данных языка STEP-7 &

Элементарные
типы данных
(до 32 бита)

- Битовые типы данных (BOOL, BYTE, WORD, DWORD, CHAR)
- Математические типы данных (INT, DINT, REAL)
- Временные типы (S5TIME, TIME, DATE, TIME_OF_DAY)

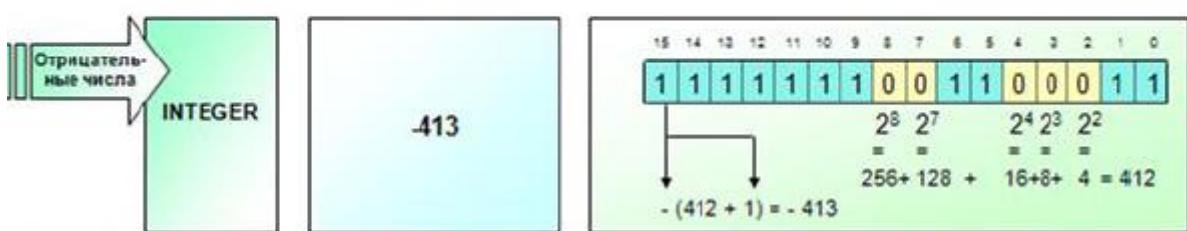
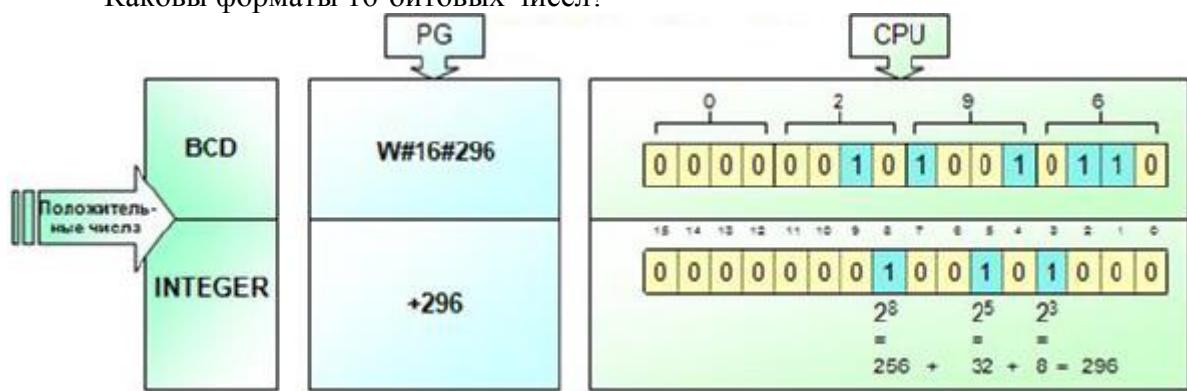
Сложные типы данных
(больше, чем 32 бита)

- Дата и время (DATE_AND_TIME)
- Массив (ARRAY)
- Структура (STRUCT)
- Стока (STRING)

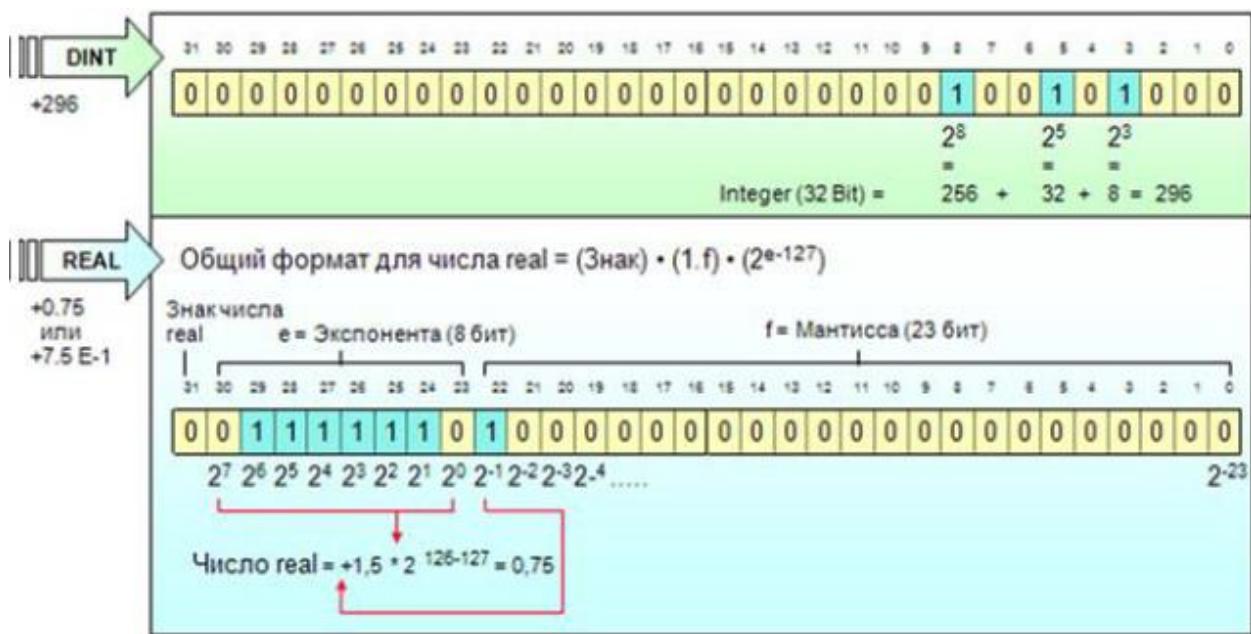
Типы данных, определенные
пользователем
(больше, чем 32 бита)

Тип данных UDT (UserDefinedType)

- Каковы форматы 16-битовых чисел?



Форматы 32-битовых чисел?



Форматы которые могут быть представлены с помощью данных различной длины?

Тип описание	Размер в битах	Возможные форматы	Диапазон и представление чисел (от минимального до максимального значения)	Пример
BOOL (бит)	1	Булев текст	TRUE/FALSE	TRUE
BYTE (байт)	8	Шестнадцатиричное число	от B#16#0 до B#16#FF B#16#10 byte#16#10	
WORD (слово)	16	Двоичное число Шестнадцатиричное число BCD Десятичное число без знака	от 2#0 до 2#1111_1111_1111_1111 от W#16#0 до W#16#FFFF от C#0 до C#999 от B#(0,0) до B#(255,255)	2#0001_0000_0000_0000 W#16#1000 word16#1000 C#998 B#(10,20) byte#(10,20)
DWORD (двоичное слово)	32	Двоичное число Шестнадцатиричное число Десятичное число без знака	от 2#0 до 2#1111_1111_1111_1111_1111_1111_1111_1111 от DW#16#0000_0000 до DW#16#FFFF_FFFF от B#(0,0,0,0) до B#(255,255,255,255)	2#1000_0001_0001_1000_1011_1011_0111_1111 DW#16#00A2_1234 dword#16#00A2_1234 B#(1,14,100,120) byte#(1,14,100,120)
INT (целое число)	16	Десятичное число со знаком	от -32768 до 32767	24
DINT (двоичное целое число)	32	Десятичное число со знаком	от L#-2147483648 до L#2147483647	L#-111
REAL (число с плавающей точкой)	32	IEEE число с плавающей точкой	Верхняя граница: ±3.402823e+38 Нижняя граница: ±1.175495e-38	1.268467e+11
CHAR (символ)	8	Символ ASCII	'A', 'B' и т.д.	C

- Создать таблицу из 4 произвольных значений начинающихся с адреса VW100!

Table из 4 произвольных занятий 7, 3, 18, 25 на 41нажа с VW12

Network 1 Network Title

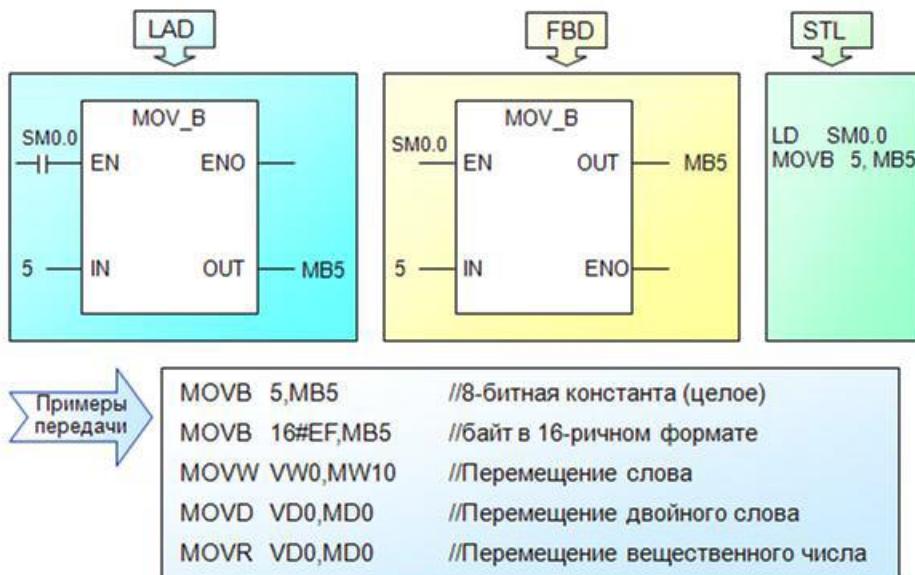
Загрузить максимальную длину таблицы

```
LD      SM0.1
MOVW  +4, VW10
```

Network 2

```
LD      SM0.1
ATT  +7, VW10
AENO
ATT  +3, VW10
AENO
ATT  +18, VW10
AENO
ATT  +25, VW10
```

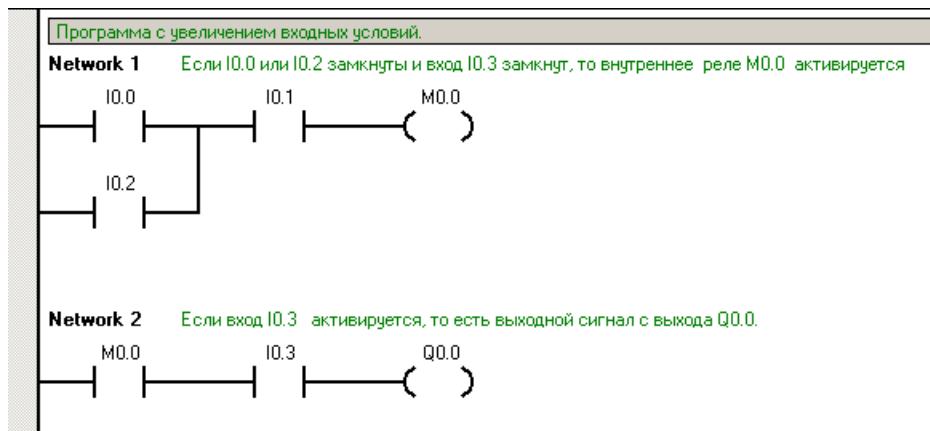
- Перемещение данных!



АКР №5 «Меркеры. Внутреннее реле»

- Наиболее часто применяемые специальные меркеры!
- SM0.0** - Бит, установленный всегда.
- SM0.1** - Бит инициализации - только в первом рабочем цикле.
- SM0.4** - Генератор импульсов 1 минуты
- SM0.5** - Генератор импульсов 1 секунда (SM0.5 тактовый меркер - импульс ON на 0.5с и OFF на 0.5s. т. е используется как 2Hz генератор импульсов).
- SM0.6** - Это бит изменения состояния в каждом цикле

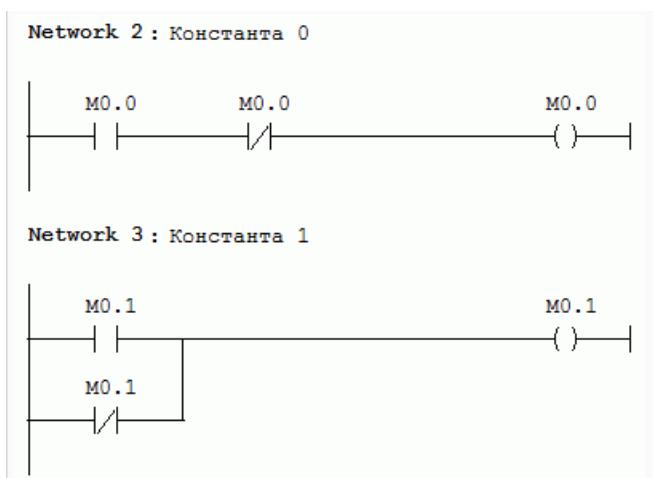
- Программа на языке LDR



- Задача. Пусть вход 10.0 и вход 10.2 - это сигналы от фотоэлектрических датчиков, которые фиксируют наличие человека (или автомобиля), приближающегося или удаляющегося по обе стороны барьера, вход 10.0 - с одной стороны и вход 10.2 - с другой. Вход 10.1 - разрешающий вход для запуска системы.

Если вход 10.0 или вход 10.2 и вход 10.1 активируются, то выход есть с внутреннего реле M0.0. Этот выход закрывает внутренние входные контакты реле, и если вход 10.3 (например, датчик положения - концевой выключатель) фиксирует, что барьер закрыт, то активируется выход Q0.0. и мотор поднимает барьер. Если датчик (концевой выключатель 10.3) определяет, что барьер уже открыт, то человек или машина могут идти. Через короткое время барьер закрывается.

- **Как задать булеву константу 0 или 1 на языке LAD?**



- Задача.
На вход 10.1 поступает краткий сигнал. Активируется выход Q0.1. На вход 10.1 снова поступает краткий сигнал. Но активируется выход Q0.2. Далее заново на вход 10.1 поступает краткий сигнал. Активируется выход Q0.1. Сказать точнее - триггер со счетным входом или иначе делитель на 2.

Реализуется это путем анализа текущего состояния и установки (или сброса) любого программно доступного бита сразу после того, как поступил входной импульс. Это при условии, что время работы программы меньше, чем интервал поступления входных импульсов. Именно на основании текущего состояния этого бита и принимается решение, на каком из выходов формировать сигнал.

- Имеется ли метод подсчета числа программных циклов в PLC и использования информации, "в каком цикле программы мы находимся" внуши программы PLC?

- **Network 1**
- LD SM0.1
- MOVW 0,VW1000
- **Network 2**
- LD SM0.6
- EU
- LD SM0.6
- ED
- OLD
- INCW VW1000
- **Network 1** Устанавливает счётчик в 0, если PLC переходит в режим RUN.
- **Network 2** увеличивает VW1000, если положительный или отрицательный край импульса приходит от
- **SM0.6.**

- **Каково основное различие между Входом и вспомогательными контактами -меркерами?**
Входные контакты соответствуют физическим устройствам, которые находятся во внешней цепи или непосредственно в процессе для обратной связи. Меркеры - это места памяти, хранящие промежуточные логические результаты, и они не соединены с физическими устройствами.
- **Какие в контроллере S7-200 меркеры сохраняют состояние после выключения питания?**

S7-200 позволяет определить память, которая сохраняется при потере питания. Можно выбрать области памяти, которую необходимо было бы буферизовать при потере питания, определить диапазоны адресов, которые должны быть сохраняемыми, в областях памяти M. По умолчанию первые 14 байтов битовой (M) памяти не сохраняются.

- **Какова роль специального меркера SM0.2?**

АКР №6 «Таймеры»

- **Таблица таймеров**

Тип таймера	Разрешение в миллисекундах (ms)	Максимальное значение в секундах (s)	Номер таймера
TONR	1 ms	32,767 s	T0, T64
	10 ms	327,67 s	T1 – T4, T65 – T68
	100 ms	3276,7 s	T5 – T31, T69 – T95
TON, TOF	1 ms	32,767 s	T32, T96
	10 ms	327,67 s	T33 – T36, T97 – T100
	100 ms	3276,7 s	T37 – T63, T101 – T255

- **Как провести предустановку таймера?**

$$PT = \frac{t(c) \cdot 1000}{разрешение _таймера _(мс)}$$

- Пример 1.

Если $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$

Таймер с временем задержки $t = 1 \text{ ms}$:

60-1000

$$PT = 50 * 1000 / 1 = 60000$$

Число 60000 больше, чем максимальное 32767 и задать интервал таким таймером нельзя!

Пример 2

Таймер с временем задержки $t = 10 \text{ ms}$:

$$PT = 60 * 1000 / 10 = 6000$$

Число меньше, чем максимально разрешённое, таймер использовать можно.

Пример 3

Таймер с временем задержки $t = 1 \text{ ms}$: Если $t = 3 \text{ s}$

$$PT = 3 * 1000 / 1 = 3000$$

Пример 4

Таймер с разрешением 100мс. уставка 3:

$$t = 3 * 100 / 1000 = 0,3 \text{ s} = 300 \text{ ms}$$

Пример 5

Таймер с разрешением 10 ms. уставка 3:

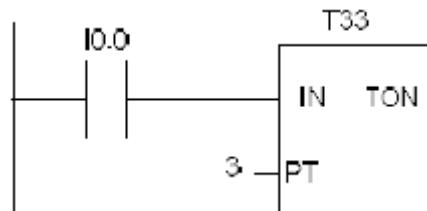
$$t = 3 * 10 / 1000 = 0.03 \text{ s} = 30 \text{ ms}$$

Пример 6

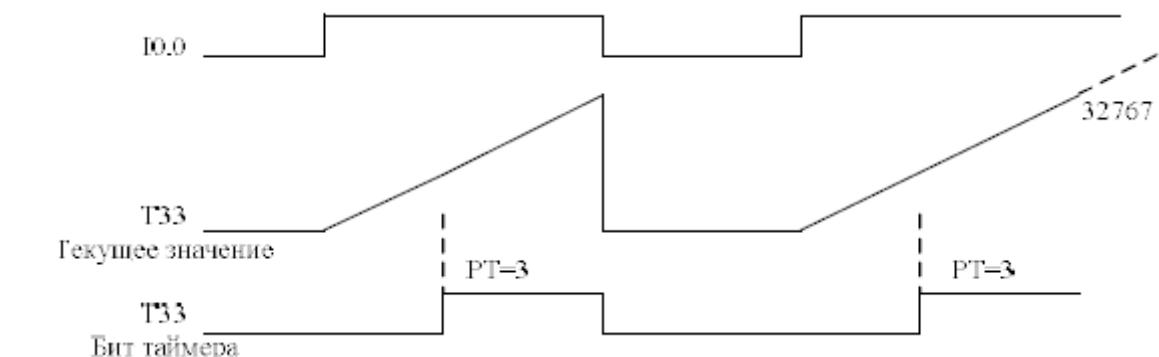
$$PT = 10$$

$$T = PT * 10 / 1000 = 0.1 \text{ s} = 100 \text{ ms}$$

- Таймер с задержкой по включению ТОН (On-Delay)

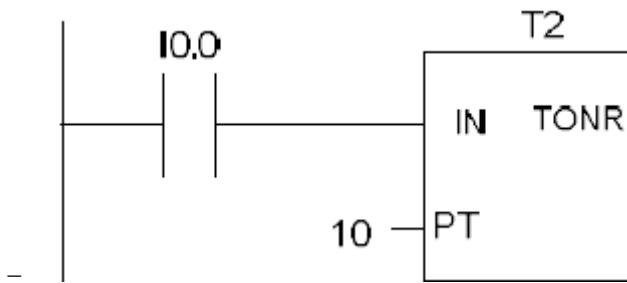


- Импульсная диаграмма!

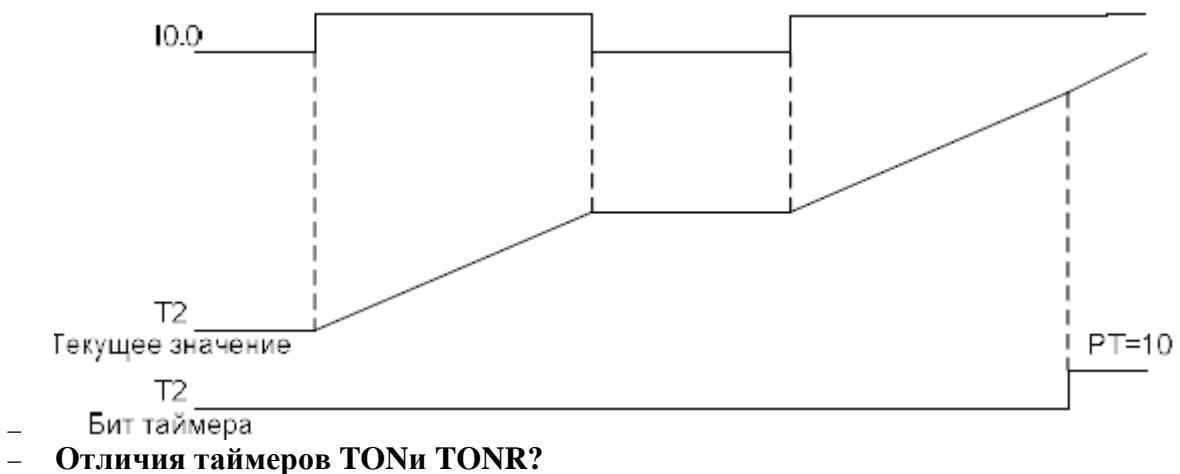


- Накапливающий таймер ТОXR (Retentive On-Delay)

-



– Импульсная диаграмма!



– Бит таймера
– Отличия таймеров TON и TONR?

Таймеры TON и TONR ведут отсчет времени до максимального значения, если они активированы. Оба таймера отсчитывают значение времени, когда активирован вход разблокировки.

Если операция «Запуск таймера TON» деактивируется, то таймер сбрасывается. Если операция «Запуск таймера TONR» деактивируется, то таймер останавливается.

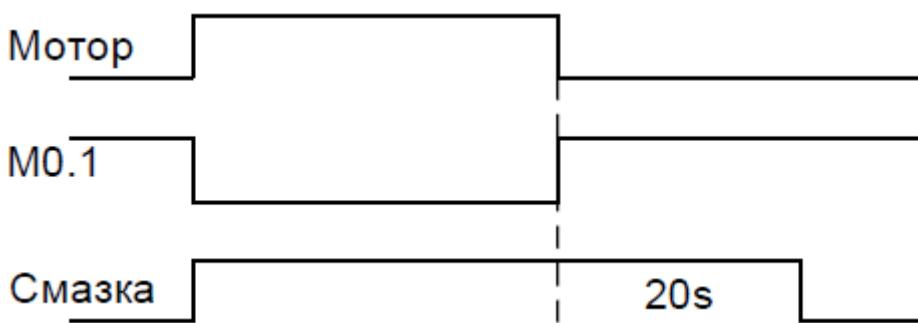
При выключенном входе разблокировки оба таймера не работают. Но таймер TON автоматически сбрасывается, а таймер TONR сохраняет свое последнее значение времени, а не сбрасывается.

Таймер TONR отсчитывает время в течение всего промежутка времени, когда включен разрешающий вход, но не сбрасывается, когда вход отключается. Таймер должен быть сброшен командой RESET. При сбросе таймера текущее значение устанавливается в ноль, бит выключается. Это единственная команда, которая сбрасывает таймер TONR.

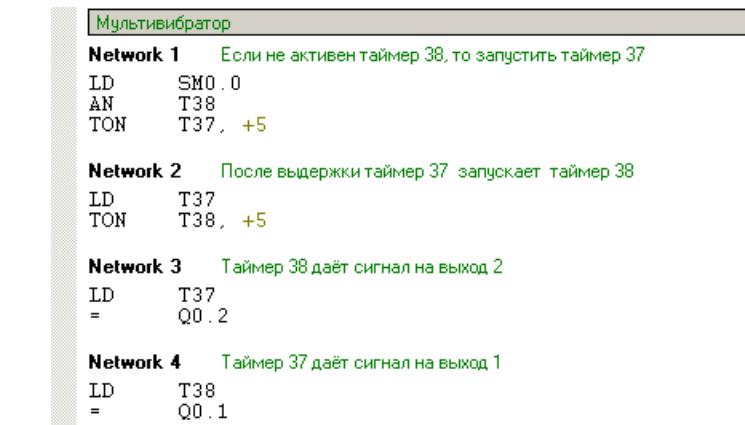
Оба таймера останавливаются, если они достигают максимального значения.

– Задача на основные функции таймеров

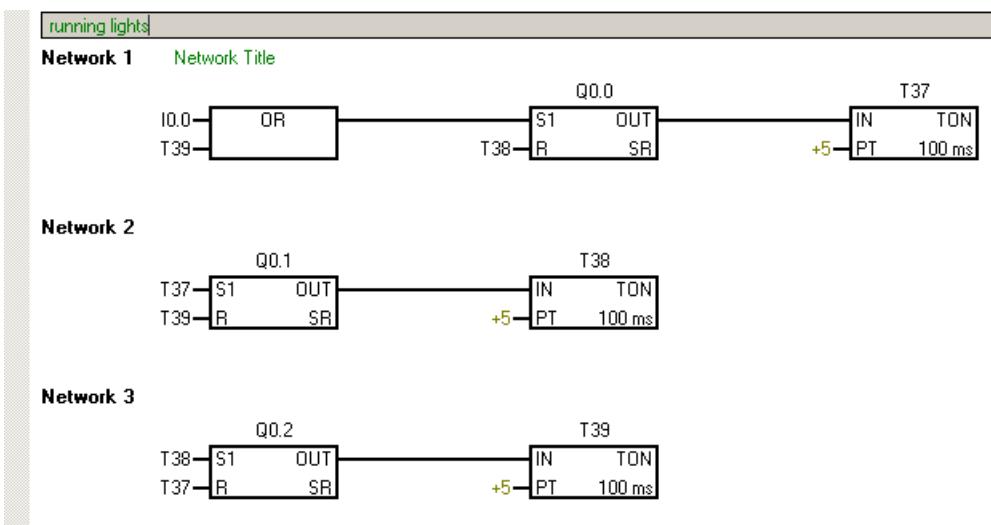
Мотор и насос для смазки мотора включаются одновременно. Смазка необходима еще на некоторое время при остановке мотора. После того, как мотор остановился, насос смазки остается включенным на время остановки мотора. В примере на 20 секунд.



– Создать генератор прямоугольных импульсов с заданными длительностями импульса и паузы (мультивибратор)



– Последовательное включение выходов!

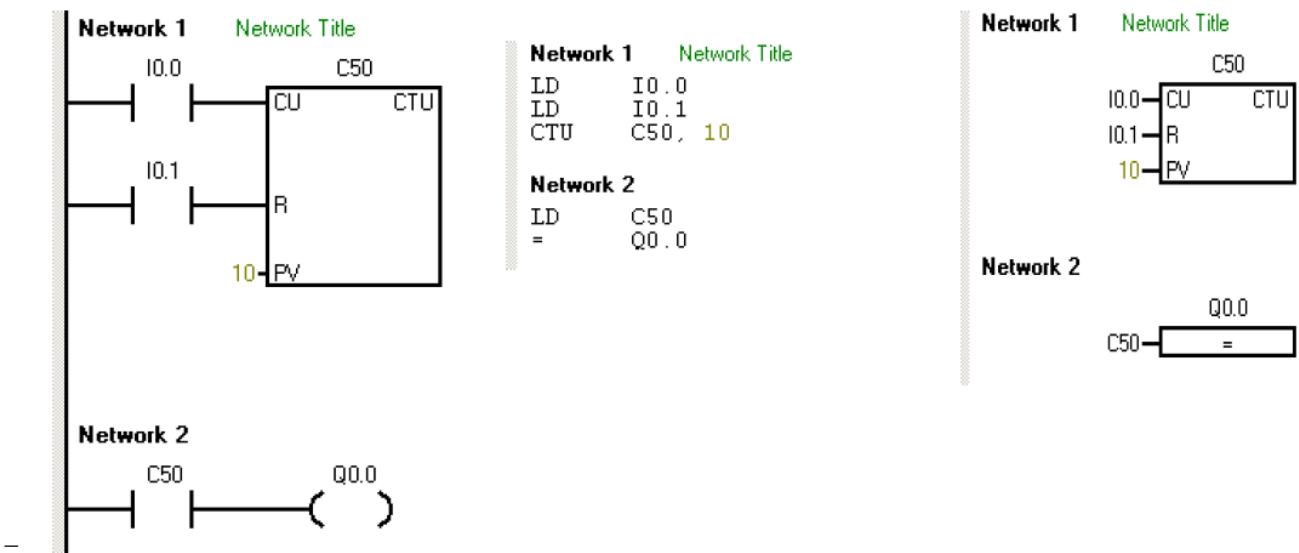


АКР №7 «Счетные функции PLC»

– Типы и принципы действия датчиков!

Тип	Режим	Бит счётчика	Выключение – включение питания/ Первый цикл
CTU	CTU увеличивает текущее значение. Текущее значение увеличивается до 32767	Бит счётчика устанавливается, когда текущее значение предустановленному	Бит счётчика сброшен. Текущее значение может быть сохранено.
CTUD	CU увеличивает текущее значение. CD уменьшает текущее значение. Текущее значение увеличивается или уменьшается, пока счётчик не сброшен.	Бит счётчика устанавливается, когда текущее значение предустановленному	Бит счётчика сброшен. Текущее значение может быть сохранено.
CTD	CD уменьшает текущее значение, пока оно не достигнет 0.	Бит счётчика устанавливается, когда текущее значение =0	Бит счётчика сброшен. Текущее значение может быть сохранено.

– Счетчики прямого счета!



Программа для счетчика обратного счета

Network1. Текущее значение счетчика обратного счета СТ уменьшается с 3 до 0. когда 10.1 выключен. Положительный фронт на 10.0 уменьшает текущее значение СТ. Включение 10.1 загружает предустановленное значение 3 для обратного счета.

LD I0.0

LD I0.1

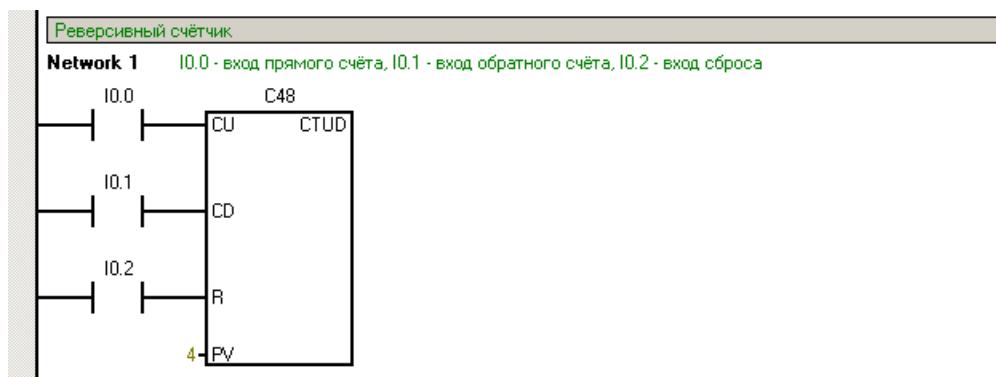
CTD C1, +3

Network 2. Бит C1 установлен, когда текущее значение счетчика C1 = 0.

LD C1

– = Q0.0

Реверсивный счетчик!



– Применение счётчиков.

Счётчик может использоваться в следующих 6 ситуациях:

1. Для обычного счёта в процессах. Выход счётчика активируется после достижения установленного счёта повторяющимися импульсами на вход счётчика.

Два счётчика используются с общим регистром, чтобы получить общую сумму двух подсчётов.

Два счётчика используются с общим регистром, чтобы получить разность двух подсчётов.

4. Для процессов, где начинается временной интервал, когда счётчик достигает уставки.

5. Для процессов, где счёт событий начинается после временного интервала.

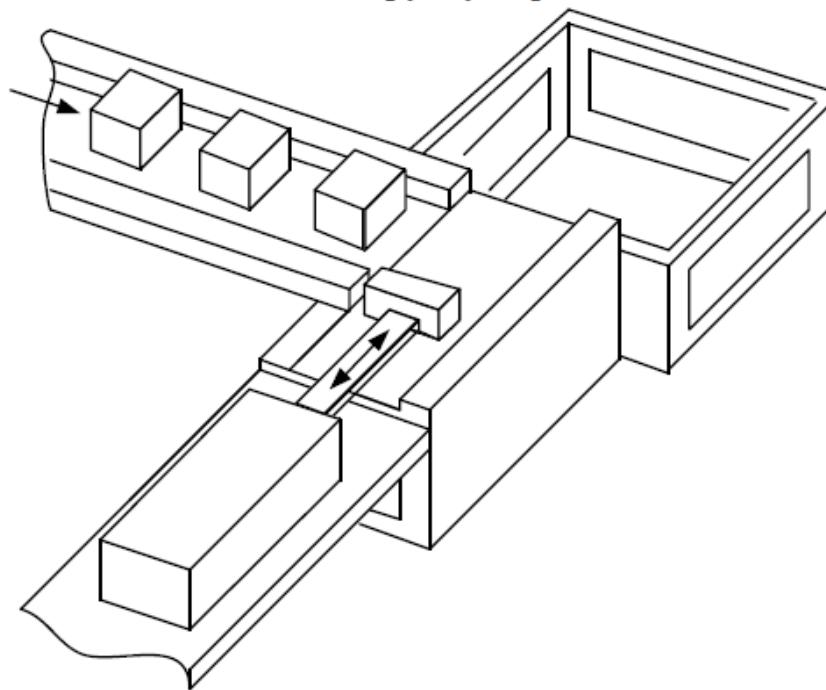
6. Для процессов, где скорость определяется делением счёта на временной интервал.

- Использование счетчика для подсчёта выдвижений поршня цилиндра. Пусть 3 цилиндра работают так: A+A- A+A-A+B+C+B-C-.
Написать программу!

Последовательность A+A- повторяется 3 раза перед цилиндрами B и C. Для повторения используйте счётчик.

PROGRAM COMMENTS Последовательность 3-х цилиндров	
Network 1	Если нажата кнопка "", и активен датчик левого положения A, то выдвинуть A
LD	Start
A	B1
=	zilindr_A
Network 2	Если сработал датчик правого положения A, то задвинуть A.
LD	B2
=	zilindr_A
Network 3	При нажатии кнопки "" счётчик обнуляется, при срабатывании левого датчика счётчик считает(считает число импульсов с датчика B1)
LD	B1
LD	Start
CTU	C25, 3
Network 4	Пока счётчик считает, поршень цилиндра A выдвигается (3 раза)
LD	C25
=	zilindr_B_right
Network 5	При последнем выдвижении B активен датчик правого положения цилиндра B и по его сигналу выдвигается C.
LD	B4
=	zilindr_C_right
Network 6	По сигналу с датчика правого положения цилиндра C задвигается B.
LD	B6
=	zilindr_B_left
Network 7	если активен датчик левого положения цилиндра B и правого положения цилиндра C, задвигается C
LD	B3
A	B6
=	zilindr_C_left

- Металлические детали транспортируются по конвейерной ленте для отгрузки. Датчик считает детали, а поршень сбрасывает их в ящик. После того, как определенное количество деталей сброшено в ящик, ящик заменяется вручную (рис.).



- Написать программу для системы, которая выполняет задачу:
 - А) даёт на выход сигнал после того, как фотодатчик выдаёт 10 импульсов входного сигнала как результат обнаружения 10 объектов, проходящих перед ним.
 - В) даёт на выход сигнал, когда число людей в магазине достигло 100. где люди постоянно входят и выходят из магазина.1

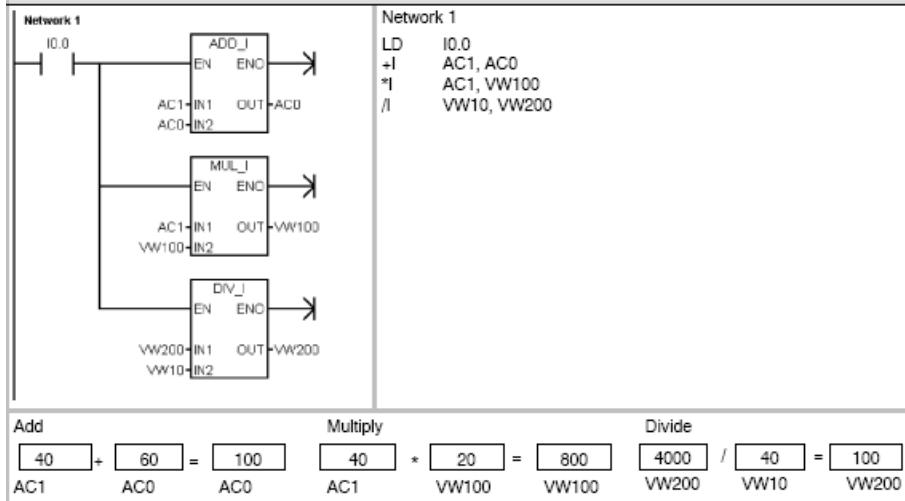
АКР №8 «Инструкции обработки данных»

- Арифметические команды

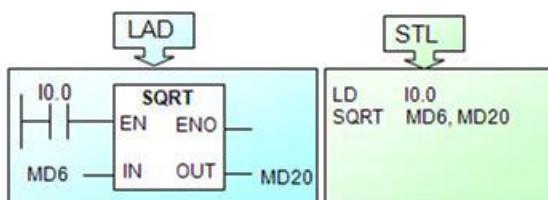
	LAD	FBD	STL
Сложение	<pre> LD I0.0 ADD_I EN MW4, MW10 IN1 IN2 OUT MW6 </pre>	<pre> LD I0.0 ADD_I EN MW4, MW10 IN1 IN2 OUT MW6 </pre>	<pre> LD I0.0 MOVW MW4, MW6 +I MW10, MW6 </pre>
Вычитание	<pre> LD I0.0 SUB_I EN MW5, MW11 IN1 IN2 OUT MW7 </pre>	<pre> LD I0.0 SUB_I EN MW5, MW11 IN1 IN2 OUT MW7 </pre>	<pre> LD I0.0 MOVW MW5, MW7 -I MW11, MW7 </pre>
Умножение	<pre> LD I0.0 MUL_R EN MD6, MD12 IN1 IN2 OUT MD20 </pre>	<pre> LD I0.0 MUL_R EN MD6, MD12 IN1 IN2 OUT MD20 </pre>	<pre> LD I0.0 MOVR MD6, MD20 *R MD12, MD20 </pre>
Деление	<pre> LD I0.0 DIV_R EN MD0, MD4 IN1 IN2 OUT MD8 </pre>	<pre> LD I0.0 DIV_R EN MD0, MD4 IN1 IN2 OUT MD8 </pre>	<pre> LD I0.0 MOVR MD0, MD8 /R MD4, MD8 </pre>

- Операции с целыми числами
-

Example: Integer Math Instructions

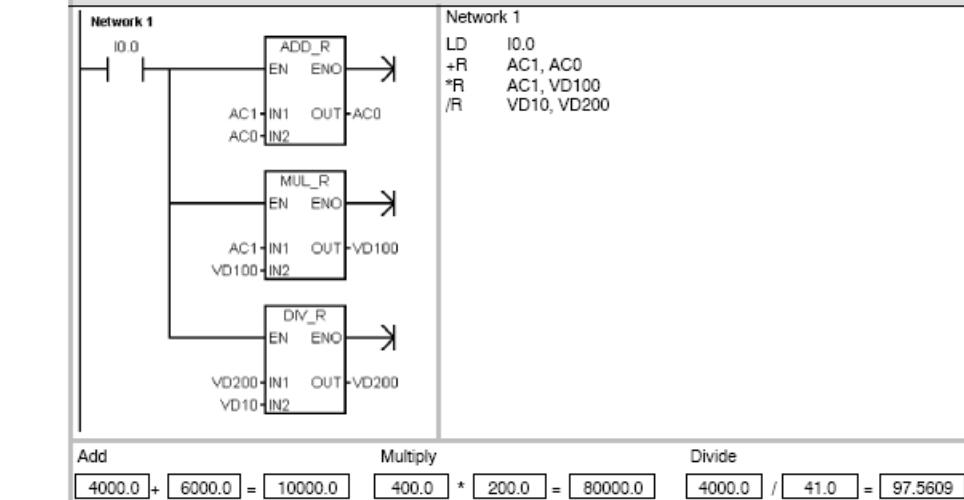


- Операции с действительными числами Функция SQRT

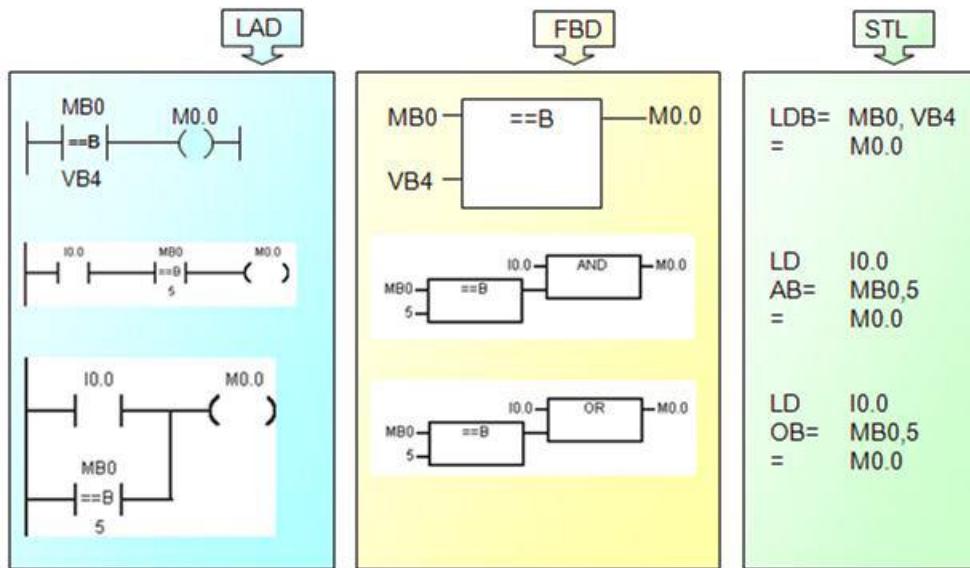


- Арифметические вычисления с реальными числами

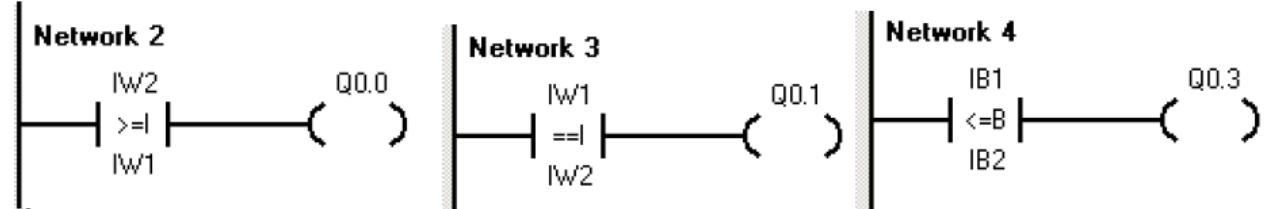
Example: Real Math Instructions



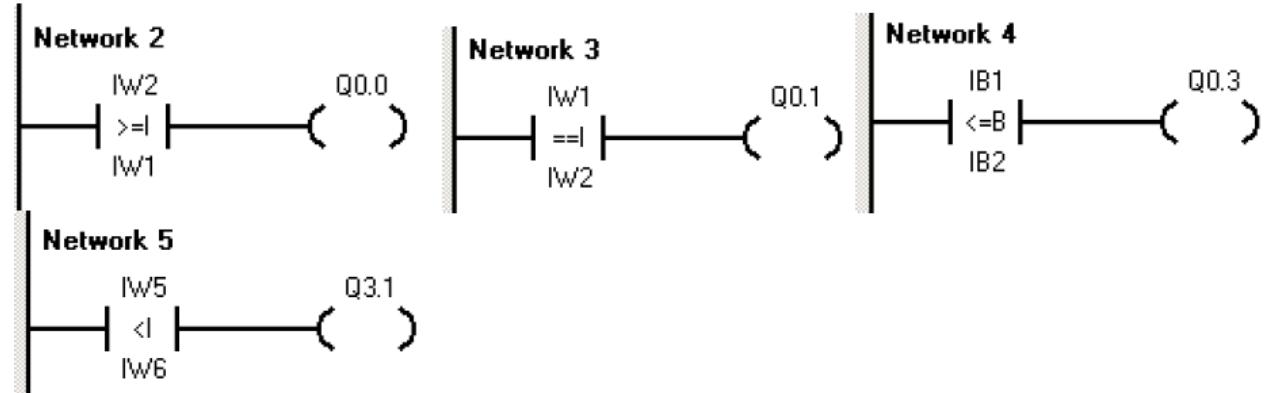
- Сравнение данных



- Примеры сравнения в языке LAD для S7-200



- Сравнение нескольких переменных



- Задача

- 4 выхода нужно включить, чтобы запустить последовательность, выход 1 включается после замыкания ключа, за ним через некоторое время выход 2. и т.д.
Указание: Это может быть сделано с помощью таймеров, другая возможность - использовать 1 таймер и операцию сравнения.
- Решение задачи.
- Когда на входе 10.1 есть сигнал выход Q0.1 = 1. Ещё вход 10.1 включает таймер T33. Когда таймер накапливает величину, достигающую 50 (5s). включается выход Q0.2 = 1. Когда величина этого же таймера достигает 150 (15s). включается выход Q0.3 = 1. Когда таймер накапливает величину, достигающую 250 (25s). включается выход Q0.4 = 1.

```

Network 1 Network 1 till
Network Comment
LD      I0.1
=      Q0.1
TON    T33, +250

Network 2
Network 3
LDW>  T33, +50
=      Q0.2

Network 4
LD      T33
=      Q0.3
-
```

АКР №9 «Управления ходом выполнения программы»

- **Циклическая обработка.** Состоит из повторных (периодически повторяющихся) обработок управляющей программы, которая начинается с вызова организационного блока OB1. В начале цикла обработки программы ОС заполняет область отображения входов, сбрасывает таймер контроля длительности цикла, после этого вызывает для обработки блок OB1. В конце цикла обработки ОС переписывает в выходные модули значения из области отображения выходов, после чего начинается следующий цикл обработки. В блоке OB1 можно вызывать. После обработки вызванного блока управление передается блоку, из которого был произведен вызов данного блока.
- **Циклические прерывания.** При управлении ТП всегда существуют программы, которые должны обрабатываться через одинаковые, заранее заданные, промежутки времени. Для этих целей в контроллерах SIMATICS7 существуют подпрограммы обработки циклических прерываний. Промежуток времени, через который должен вызываться данный блок, задается программистом.
- **Прерывания по дате и времени.** Существуют программы, которые должны выполниться один раз в определенный день и час или выполняться периодически, начиная с определенных даты и времени. Для этих целей в контроллерах можно запрограммировать подпрограммы прерываний по дате и времени.
- **Прерывания по задержке времени.** Такие блоки вызываются по истечении определенного времени после возникновения какого-либо события.

Пример 1

A I0.0

JMP 3

A V0.1

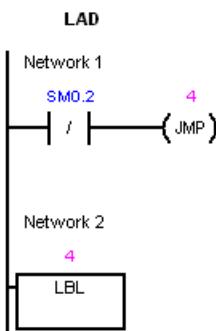
2

A V0.2

= Q0.0

LBL 3

Если сохраняемые данные не должны быть потеряны, то JumptoLBL4 - перейти к 4.



Замкнутый контур (LOOP). Команда ForNext

NETWORK 1

Когда на вход I2.0 идёт сигнал, внешний контур (loop 1) выполняется 100 раз.

LD I2.0

FOR VW100 +1 +100

NETWORK 2

Когда на вход I2.1 идёт сигнал, внутренний контур (loop 2) выполняется 2 раза за каждое выполнение внешнего контура.

LD I2.1

FOR VW225 +1 +2

NETWORK 3

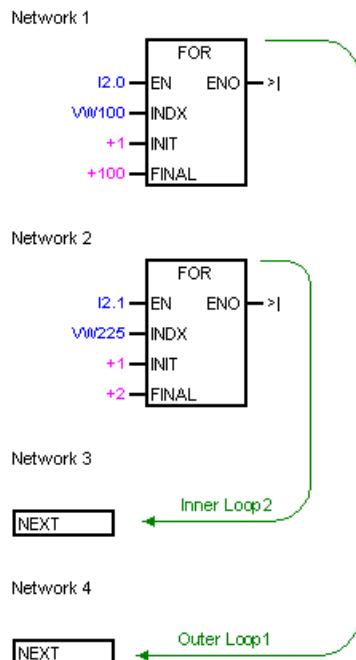
Конец Loop 2

NEXT

NETWORK 4

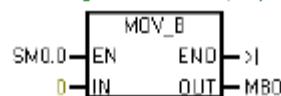
Конец Loop 1

NEXT

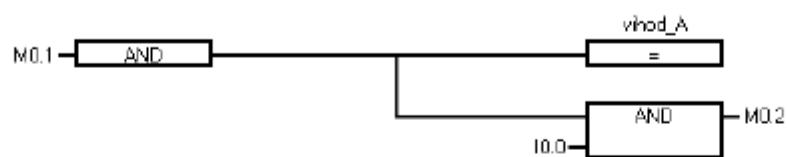


– **Пример программы в FBD повторения цикла**

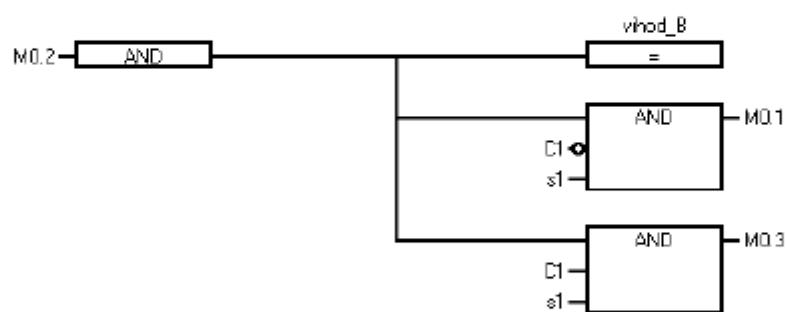
Network 1 Обнуление слова маркеров от бита "всегда разрешено"



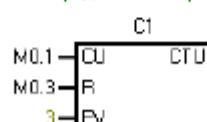
Network 2 Выход A появляется и ещё устанавливается маркер 2



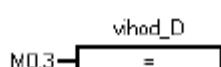
Network 3 Этот маркер активирует выход B. Контур переходит на выполнение верхней ветки, в то время, пока счётчик не считает



Network 4 Считает число включений M0.1. Сбрасывается, когда возводится M0.3 и затем дает на выход D "1" и продолжает с программы сначала



Network 5



– Программа в STL

Network 1 Обнуление слова маркеров от бита "всегда разрешено"

```
LD      M0.0
MOV B  0, M0
```

Network 2 Выход A появляется и ещё устанавливается маркер 2

```
LD      M0.1
=      vihod_A
A      I0.0
=      M0.2
```

Network 3 Этот маркер активирует выход B. Контур переходит на выполнение верхней ветки, в то время, пока счётчик не считает

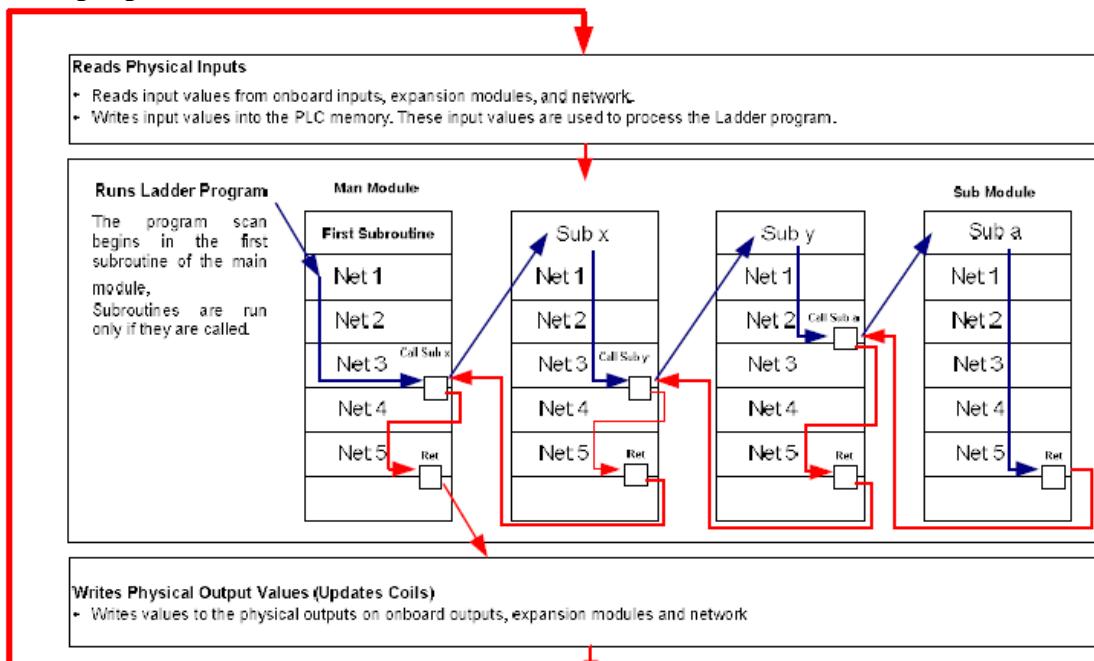
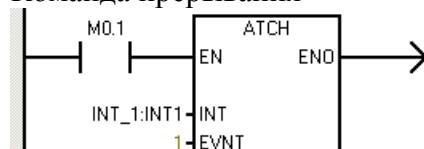
```
LD      M0.2
LPS
=      vihod_B
AN    C1
A     s1
=      M0.1
LPP
A     C1
A     s1
=      M0.3
```

Network 4 Считает число включений M0.1. Сбрасывается, когда взводится M0.3 и затем даёт на выход D "1" и продолжает с программу сначала

```
LD      M0.1
LD      M0.3
CTU   C1, 3
```

Network 5

```
LD      M0.3
=      vihod_D
```

— **Подпрограммы (Subroutine).**— **Команда прерывания**

Symbol	Address	Comment
INT_1	INT1	INTERRUPT ROUTINE COMMENTS

— **Циклическое прерывание для опроса аналогового входа**

Прерывание, управляемое временем, для чтения значения аналогового входа

Network 1

В первом цикле вызвать подпрограмму 0

```
LD      SM0.1
CALL   SBR_0
```

Symbol	Address	Comment
SBR_0	SBR0	SUBROUTINE COMMENTS

SUBROUTINE COMMENTS

Network 1

Установить интервал для прерывания, управляемого временем, от 0 до 100 мс. Управляемое временем прерывание 0 поставить в соответствие INT_0 (событие 10). Разблокировать все прерывающие события.

```
LD      SM0.0
MOVB   100, SMB34
ATCH   INT_0, 10
ENI
```

Symbol	Address	Comment
INT_0	INT0	INTERRUPT ROUTINE COMMENTS

INTERRUPT ROUTINE COMMENTS

Network 1 Network Title

Считывать значение AIW0 каждые 100 секунд

```
LD      SM0.0
MOVV   AIW0, VW100
```

- Разработка программ!

АКР №10 «Диагностика программы»

- Не фатальные ошибки

Не фатальные ошибки - это

- ошибки в построении программы пользователя.
- ошибки при исполнении команды в программе пользователя и
- ошибки в модулях расширения.

С помощью STEP 7-Micro/WIN можно отобразить коды не фатальных ошибок.

- Имеется три основных группы не фатальных ошибок.

1. Ошибки компиляции программы

S7-200 компилирует программу, когда он ее загружает. Если контроллер обнаруживает, что программа нарушает правило компиляции, то загрузка прерывается и генерируется код ошибки. (Программа, которая уже была загружена в S7-200, по-прежнему будет существовать в постоянной памяти и не потеряется). После исправления программы ее можно загрузить снова.

2. Ошибки конфигурации входов/выходов

При запуске S7-200 считывает конфигурацию входов-выходов из каждого модуля. При нормальной работе периодически проверяет состояние каждого модуля и сравнивает его с конфигурацией, полученной при запуске. Если S7-200 обнаруживает разницу, он устанавливает бит ошибки конфигурации в регистре ошибок модуля. S7-200 не считывает входные данные из этого модуля и не записывает выходные данные в этот модуль, пока конфигурация модуля снова не совпадет с конфигурацией, полученной при запуске.

Конфигурации входов/выходов остается установленной, пока в модуле расширения сохраняется сбойная ситуация.

3. Ошибки выполнения программы

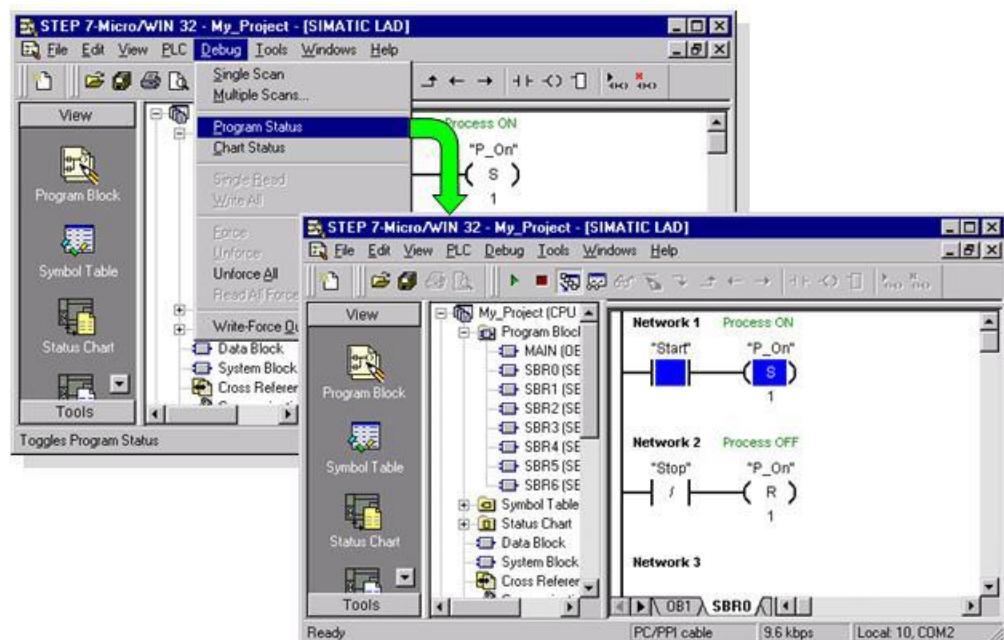
Программа может создавать состояния ошибки во время своего выполнения. Эти ошибки могут возникать из-за неправильного использования команды или из-за обработки командой недопустимых данных. Состояние ошибки идентифицируется определённым системным битом.

- **Функции для тестирования программы.**

STEP 7-MicroAVENпредоставляет следующие функции для тестирования программы:

- Установка закладок в программе для облегчения поиска определенных строк
- Таблица перекрестных ссылок, дающая возможность проверки, используемых ссылок
- Редактирование программы в режиме RUN, позволяющее выполнять небольшие изменения в пользовательской программе с минимальными помехами процессу, управляемому программой. При редактировании программы в режиме RUNможно также загрузить программный блок]

- **Тестирование программы на LAD**



АКР №11 «Аналоговые входы и выходы»

- **Аналоговые входы**S7-200 преобразует аналоговые величины, например, температуру или напряжение в цифровые значения, имеющие длину, равную слову. Доступ к этим переменным производится путем указания идентификатора области (AI). размера данных (W) и начального адреса байта.
- **Аналоговые выходы**S7-200 преобразует цифровые значения, имеющие длину, равную слову', в аналоговые величины, например, ток или напряжение. Доступ к этим переменным производится путем указания идентификатора области (AQ). размера данных (W) и начального адреса байта.
- **Масштабирование (Scale)**электрических (инженерных) единиц в «единицы PLC»

Сигнал переменной процесса достигает контроллеров в необработанной цифровой форме. Непрерывное аналоговое измерение PVквантуется в диапазон дискретных приращений цифрового целого числа - " число интервалов дискретизации измеряемого сигнала " A/D преобразователем (ADC).

- **Разрешение**

В аналоговых модулях - это число битов, которые представляют оцифрованную аналоговую величину в двоичном коде. Разрешение зависит от модуля и в аналоговых входных модулях от времени интеграции. Большее число интервалов дискретизации,

делящего промежуток сигнала измерения, увеличивает разрешение измерения. Диапазоны, предлагаемые большинством изготовителей, следуют из бинарной формы 2^n . где n - число битов разрешения, используемых А/Д преобразователем.

- **Аналогово-цифровое преобразование 8-битового преобразователя, когда входной сигнал меняется от 0 до 10 В.**

Аналоговый вход (Вольт)	Дигитальный выход
0.00	00000000
0.04	00000001
0.08	00000010
0.12	00000011
0.16	00000100
0.20	00000101
0.24	00000110
0.28	00000111
0.32	00001000
И т.Д.	

- **Пример 1:** 12 битный ADC дискретизирует аналоговый сигнал в цифровую форму $2^{12} = 4096$ дискретными приращениями, выражаемыми в диапазоне от 0 до 4095 интервалов дискретизации измеряемого сигнала.

13 битный ADC дискретизирует аналоговый сигнал в цифровую форму $2^{13} = 8192$ дискретными приращениями, выражаемыми в диапазоне от 0 до 8191 интервалов дискретизации измеряемого сигнала.

14 битный ADC дискретизирует аналоговый сигнал в цифровую форму $2^{14} = 16384$ дискретными приращениями, обычно выражаемыми в диапазоне от 0 до 16383 интервалов дискретизации измеряемого сигнала.

В общем случае «разрешение» n -битового ADC:

$$\text{разрешение} = 1/(2^n - 1)$$

- **Пример 2:**

4-20 мА аналоговый диапазон дискретизируется в цифровую форму 12 битным ADC' (4096 интервалов дискретизации измеряемого сигнала). Каждый интервал - это 0.00391 мА.

$$(20 - 4\text{mA})/4096 = 0.00391\text{mA}$$

Сигнал 7 мА из аналогового диапазона 4-20 мА соответствует числу интервалов дискретизации в 12 битном ADC:

$$(7 - 4\text{mA})/0.00391\text{mA} = 767$$

1250 число интервалов дискретизации от 12 битного ADC соответствует сигналу входа 8.89 мА из аналогового диапазона 4-20 мА:

$$4\text{mA} + (1250 \cdot 0.00391\text{mA}) = 8.89\text{mA}$$

Интервал дискретизации - «единицы PLC».

Эта операция - масштабирование (Scale) электрических (инженерных) единиц в «единицы PLC» - обязательна.

- **Пример 3:** Температурный диапазон от 100° С до 500° С переведен в цифровую форму (в 8192 интервала дискретизации 13 битным ADC). Сигнал пересчитывается для показа и хранения, устанавливая минимальное цифровое значение 0 = 100°C. и максимальное цифровое значение 8191 = 500°C

Каждый интервал дискретизации от 13 битного ADC дает:

$$(500 - 100\text{°C})/8192 = 0.0488\text{°C}$$

Сигнал 175°C из аналогового диапазона 100° С к 500° С изменяется на цифровое представление в «единицах PLC» в 13 битного ADC:

$$(175-100^{\circ}\text{C}) / .0488^{\circ}\text{C} = 1537$$

0

Число 1250 в 13 битовом ADC соответствует входному сигналу 161°C из аналогового диапазона $100^{\circ}\text{C} - 500^{\circ}\text{C}$:

$$100^{\circ}\text{C} + (1250 * 0.0488^{\circ}\text{C}) = 161^{\circ}\text{C}$$

АКР №12 «Текстовые дисплеи»

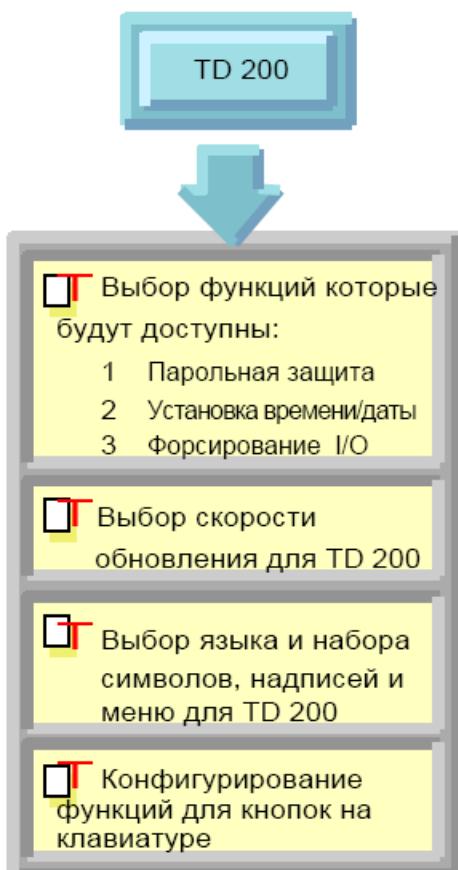
Текстовые дисплеи, панели оператора и сенсорные панели используются для текстового и графического отображения оперативной информации, позволяют сохранять и систематизировать поступающие сообщения, выполнять диагностику, изменять параметры настройки оборудования. Они позволяют создавать автономные системы управления.

- Подключение TD200 к S7-200 CPU через PPI сетевой кабель

PPI Сеть



- Алгоритм запуска программы TextDisplayWizard для конфигурирования текстового дисплея TD



- Пример. Регулятор TD200

- 1) При первом запуске программы (TD200-regulajtor) появляется надпись PRESSFITO DISPLAY
THENEXTMESSAGE
- 2) После нажатия на F1 откроется второй экран
PREV. SETPOINT: 0.0
NEWSETPOINT: 0.0
- 3) Чтобы изменить уставку - нажать на ENTER, в нижнем правом углу будет мигать курсор, с помощью кнопок (вверх/вниз) менять значение уставки. ENTER подтвердить.
- 4) В следующем экране показывается температура от термопары, подключенной к аналоговому входу AIW8.
- 5) Если разрешения на нагрев нет (I0.1) или уставка меньше, чем реальная температура то на экране TD200 будет OFF. если уставка больше реальной температуры то ON-включен нагрев (Q0.1)
- 6) Чтобы изменить уставку, необходимо нажать F1. в PREV. SETPOINT будет показана старая уставка, а в NEWSETPOINT вводить новую.

АКР №13 «Сетевой обмен данными»

- **MPI** - многоточечный интерфейс (MultiPointInterface). Подсеть MPI разработана на уровне подразделений предприятия (celllevel). MPI- это, в основном, интерфейс с PG(для запуска и тестирования) и панелями оператора OP (HMI-интерфейс). MPI может использоваться также для сетей с небольшим количеством CPU.
-
- **AS-интерфейс (actuator/sensor)**- сеть самого низкого уровня в системе автоматизации. AS-интерфейс позволяет связать в единую информационную структуру датчики, исполнительные механизмы и другие полевые приборы.
-
- **PROFIBUS**- протоколы основаны на семиуровневой модели взаимодействия открытых систем (OpenSystemInterconnection, OSI) архитектуры связи. Они реализованы в кольцевой сети с маркерным (token) доступом, удовлетворяющей стандарту PROFIBUS, определенному в Европейском стандарте EN50170. Эти протоколы являются асинхронными, основанными на символах протоколами, с одним стартовым битом, восемью битами данных, контролем четности и одним стоповым битом. Передаваемые блоки данных включают в себя специальные стартовый и стоповый символы, адреса передающей и принимающей станций, длину кадра и контрольную сумму для проверки целостности данных. Эти протоколы могут быть активными в сети одновременно, не оказывая влияния друг на друга, пока скорость передачи одинакова для всех протоколов.
-
- **IndustrialEthernet**- разработан для передачи некритичных по времени больших объемов информации и предоставляет средства доступа для удаленных сетей.
-
- **SLMATIC S7-200** позволяют создавать как автономные системы управления, так и системы управления, работающие в общей информационной сети. Их можно использовать в общей системе, включая сети Ethernet и Profibus. Можно создать максимально эффективной конфигурации входов-выходов за счет подключения дополнительных модулей расширения.

Данный контроллер может работать в реальном масштабе времени и используется для построения узлов, поддерживающих интенсивный коммуникационный обмен данными через сети IndustrialEthernet. PROFIBUS-DP. MPI. AS-Interface. MPI. PPI. а также через модемы.

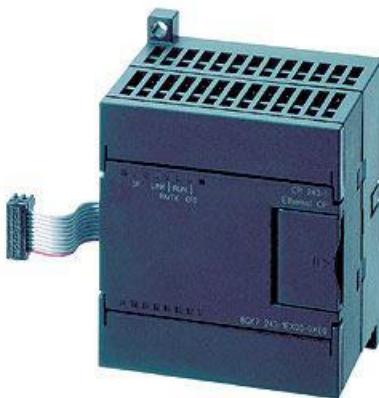
® Пример.

Для CPUS7-200 с модулями расширения CP243-1 и CP243-1 ГГ доступен Ethernet. Контроллер S7 с CPU226 может быть расширен до 128 входов/выходов (а через интерфейс ASдаже до 400 входов/выходов).

-
- **Обмен данными посредством модулей**
- **Ethernetмодуль - коммуникационный процессор CP 243-1**
-
-

С его помощью также реализуется высокоскоростной обмен данными с другими контроллерами семейства SIMATICS7 для систем на базе S7-200.

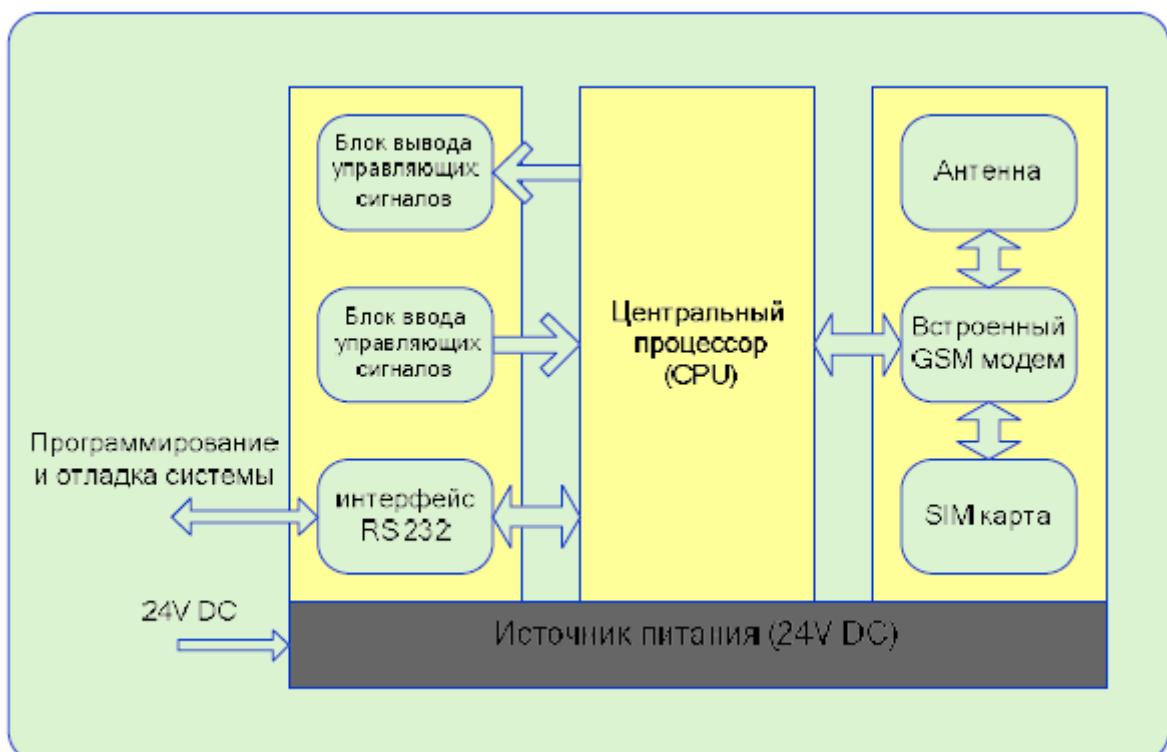
Модуль СР 243-1 поддерживает протокол TCP/IP и обеспечивает обмен данными со скоростью 10/100 Мбит/с в дуплексном и полудуплексном режимах. Для подключения к сети Ethernetиспользуется соединитель RJ-45.



С его помощью также реализуется высокоскоростной обмен данными с другими контроллерами семейства SIMATICS7 для систем на базе S7-200.

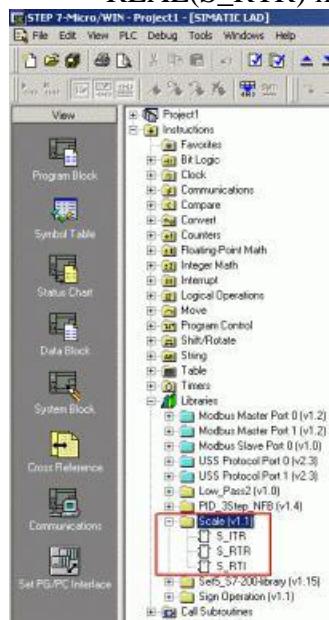
Модуль СР 243-1 поддерживает протокол TCP/IP и обеспечивает обмен данными со скоростью 10/100 Мбит/с в дуплексном и полудуплексном режимах. Для подключения к сети Ethernetиспользуется соединитель RJ-45.

- **Структура PLCс модемом**

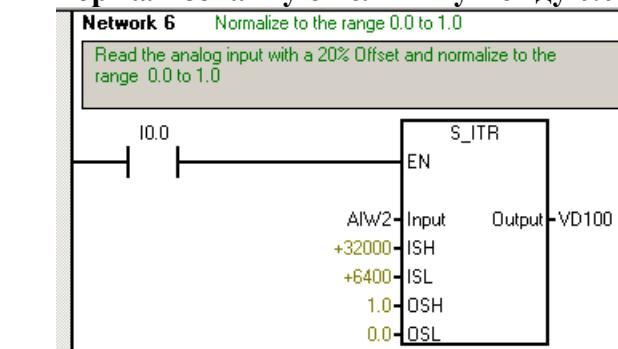


АКР №14 «Библиотеки»

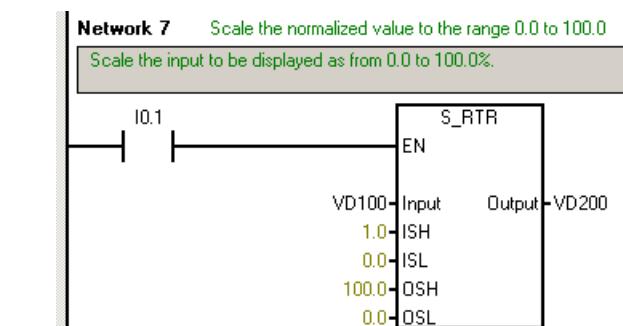
- "scale.mwl" библиотека содержит блоки функции для того, чтобы преобразовать вычисление целочисленного типа данных INTEGER в REAL (S_ITR), из REAL в REAL(S_RTR) и из REAL в INTEGER (S_RTI).



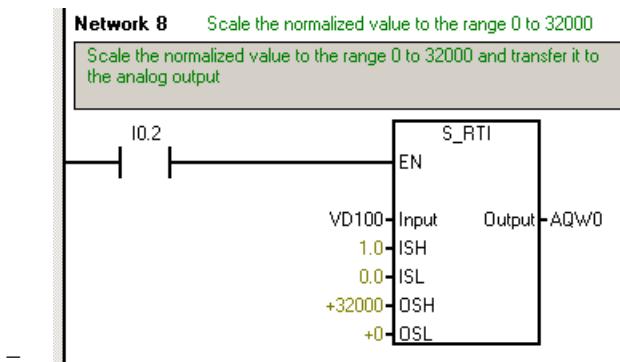
- **Функция S_ITR разрешает преобразовывать аналоговый входной сигнал в нормализованную величину между 0.0 и 1.0 (REAL тип).**



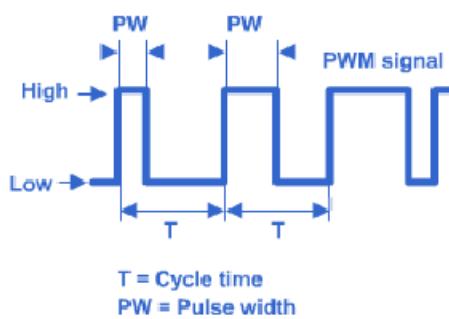
- **Функция S_RTR разрешает преобразовывать диапазоны величин в пределах формата REAL (например, преобразовывать входную величину между 0.0 и 1.0 к выходному диапазону в процентах)**



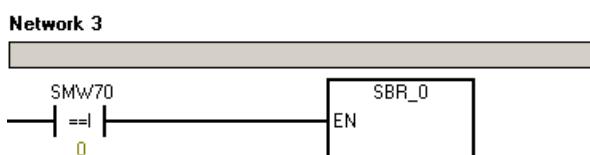
- **Преобразование REAL в данные аналогового выхода типа INTEGER (S_RTI)**



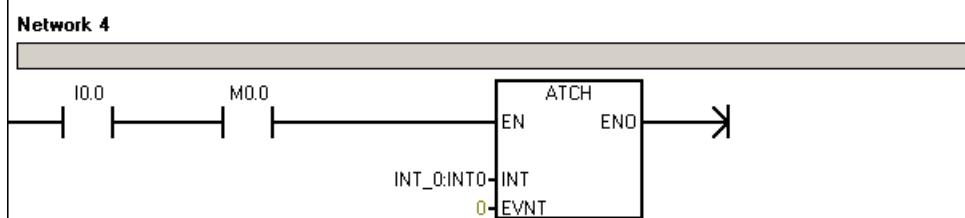
- Написать программу для контроллера S7-200 CPU позволяющую посыпать импульсы прямоугольной формы на выходы Q0.0 и Q0.1. Время и ширина импульса д.б. установлены независимо друг от друга. Ширина импульса должна определяться временем, в течение которого выходной сигнал - «high» в течение цикла.



– Основная программа

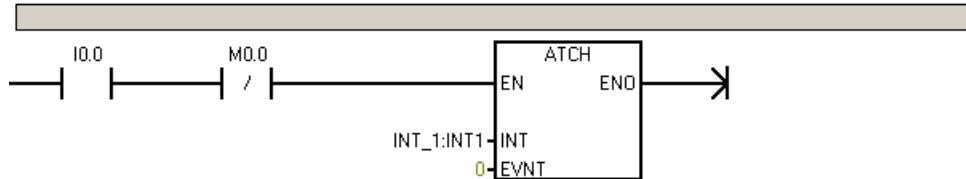


Если ширина импульса равна нулю, вызвать подпрограмму 0 для нового пуска ШИМ



Symbol	Address	Comment
INT_0	INT0	INTERRUPT ROUTINE COMMENTS

Если установлен разрешающий вход и вспомогательный меркер, тогда INT1 назначается событию 0.

Network 5

Symbol	Address	Comment
INT_1	INT1	INTERRUPT ROUTINE COMMENTS

Если установлен вход, а вспомогательный меркер не установлен, то назначить событие 0.

основная программа**Network 1 Network Title****Network Comment**

LDW= SMW70, 0
CALL SBR_0:SBR0

Symbol	Address	Comment
SBR_0	SBR0	SUBROUTINE COMMENTS

Network 2

LD I0.0
A M0.0
ATCH INT_0:INT0, 0

Symbol	Address	Comment
INT_0	INT0	увеличение ширины импульса

Network 3

LD I0.0
AN M0.0
ATCH INT1, 0

Конец основной программы

Subroutine**инициализация PWM****Network 1 Network Title****инициализация PWM**

LD SMO.0
S M0.0, 1
MOVB 16#CB, SMB67
MOVV 500, SMW70
MOVV 5000, SMW68
ENI
PLS 0
MOVV SMW68, VVO
-I 500, VVO

Int_0

увеличение ширины импульса

Network 1 Network Title

Network Comment

LD	SM0.0
+I	500, SMW70
PLS	0
DTCH	0

Int_1

уменьшение ширины импульса на 500 мс

Network 1 Network Title

Network Comment

LD	SM0.0
-I	500, SMW70
PLS	0
DTCH	0

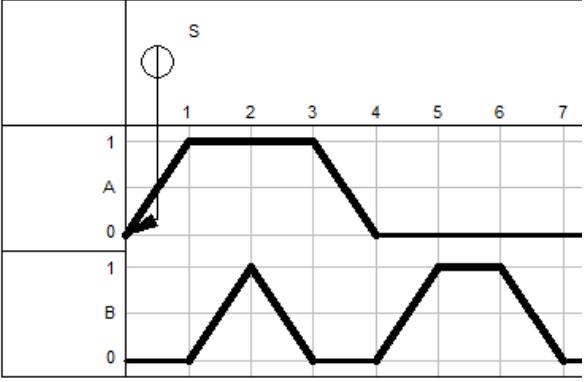
Приложение 2

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

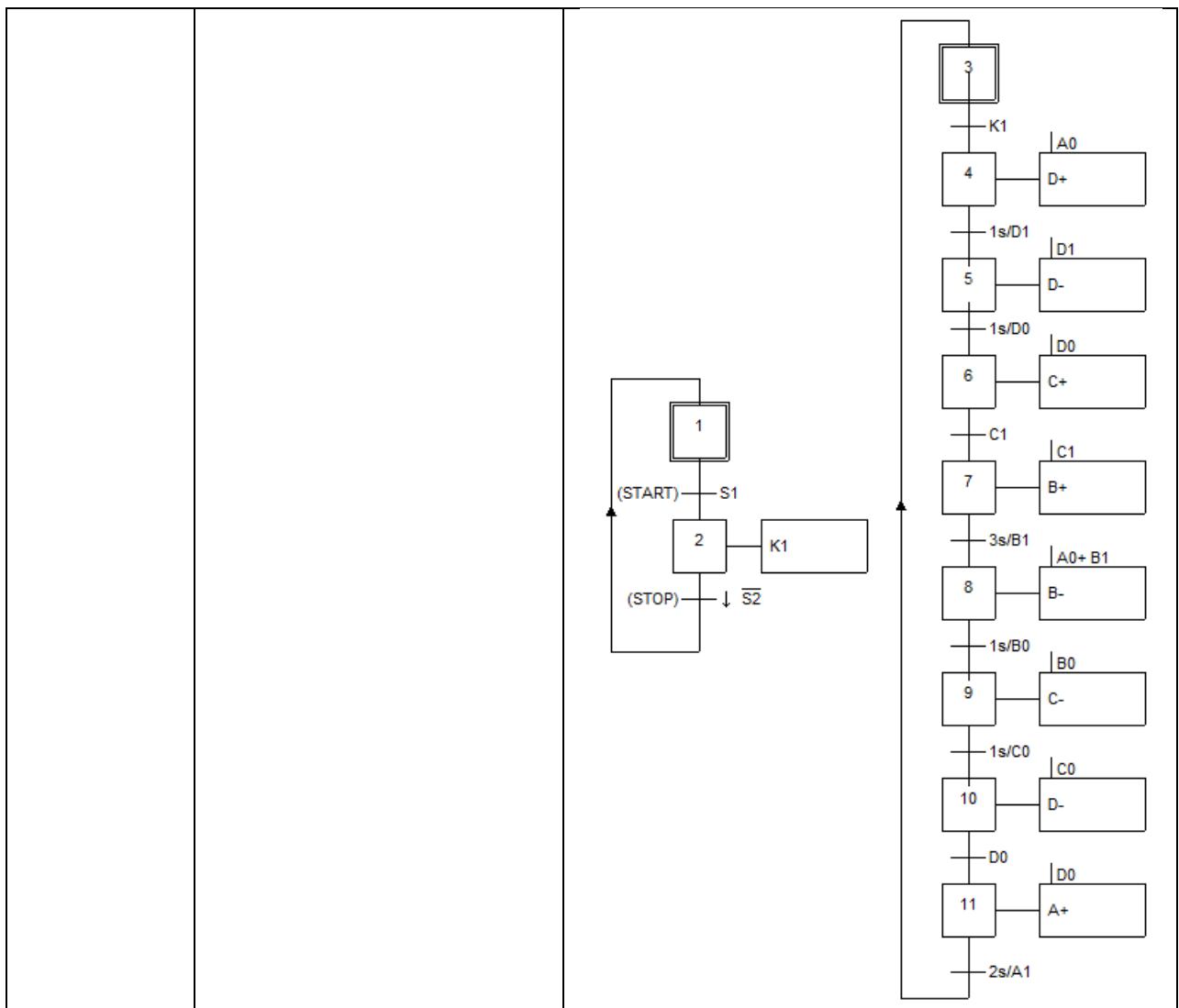
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
1	2	3
ОПК-7 умением пользоваться компьютером как средством управления и обработки информационных массивов		
Знать	<ul style="list-style-type: none">– компьютерную технику– программные средства обработки массивов данных	<p><i>Перечень теоретических вопросов к зачету:</i></p> <ol style="list-style-type: none">1. Назначение и функции PLC в системах управления.2. Требования к контроллеру. Составные части PLC3. Рабочий цикл4. Стандарт IEC 61131.

	<p>Программирование.</p> <p>5. Интеграция PLC в систему управления предприятием.</p> <p>6. Место PLC в системе управления. Распределённые системы управления.</p> <p>7. Требования техники безопасности.</p> <p>8. Среда разработки STEP 7-Micro/WIN 32.</p> <p>9. Установка коммуникационного соединения.</p> <p>10. Языки программирования.</p> <p>11. Редакторы LAD /STL/ FBD.</p> <p>12. Символьная и абсолютная адресация.</p> <p>13. Работа над проектом в STEP 7-Micro/WIN 32 (управление входами-выходами).</p> <p>14. Конфигурирование ЦПУ.</p> <p>15. Логические операции.</p> <p>16. Технические средства систем управления с PLC.</p> <p>17. Датчики технологических систем.</p> <p>18. Исполнительные и сигнальные устройства.</p> <p>19. Нормально разомкнутые и нормально замкнутые контакты, символы.</p> <p>20. Результат логической операции RLO.</p> <p>21. Обнаружение фронта сигнала.</p> <p>22. Присвоение, установка, сброс.</p> <p>23. Блокирование – самоподхват.</p> <p>24. Установка/сброс триггера.</p> <p>25. Двоичные логические операции и их комбинация.</p> <p>26. Числовые операции.</p> <p>27. Типы данных. Стандартные типы данных.</p> <p>28. Целочисленные операнды. INT, DINT, REAL.</p> <p>29. Двоично-десятичный код BCD для ввода/вывода целых чисел.</p> <p>30. Форматы отображения (BOOL, BIN, HEX, DEC, FLOATING_POINT).</p> <p>31. Загрузка и передача данных.</p> <p>32. Структура памяти данных.</p> <p>33. Адресация памяти CPU S7-22x.</p> <p>34. Доступ к данным S7-200.</p> <p>35. Типы переменных и адресация.</p> <p>36. Прямое обращение к данным в областях памяти.</p> <p>37. Перемещение данных.</p> <p>38. Внутренние реле (маркеры).</p> <p>39. Циклические прерывания.</p> <p>40. Использование маркеров.</p>
--	--

		41. Таймеры. Типы таймеров. Таймеры с задержкой.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - квалифицированно применять компьютерную технику в своей научно-исследовательской работе - пользоваться программными средствами 	<p>Примерные практические задания для зачета:</p> <p>Разработать релейно-контактную схему управления пневмоприводом согласно диаграммы «перемещение-шаг»</p> 
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> - компьютерными технологиями в сфере управления и обработки информационных массивов 	<p>Примерные задания на решение задач из профессиональной области</p> <p>Разработать программу учета числа автосамосвалов находящихся в карьере. Задается что на загружаемых площадках у экскаваторов имеется место для N самосвалов.</p> <p>При въезде в карьер каждого автомобиля (Е0.5) счетчик прибавляется к своему содержимому значение «1», а результат сложения выводится на индикацию. А при выезде автомобиля из карьера (Е0.7) к содержимому счетчика прибавляется «-1».</p> <p>Контроллер сигнализирует о совпадении заданного и фактического значения. Это должно осуществляться при помощи светофора. Светофор зеленый (А0.2), если в карьере еще есть свободные места, светофор красный (А0.3), если все места заняты.</p>
ПСК-10.4 способностью и готовностью создавать и эксплуатировать системы автоматизации технологических процессов, машин и установок горного производства		
Знать:	<ul style="list-style-type: none"> - основные определения, термины и понятия автоматизированных систем - методы построения систем автоматизации технологических процессов, машин и 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Накапливающие таймеры. Основные функции таймеров 2. Счётные функции PLC. 3. Основные функции счётчиков, используемые в процессах. 4. Применение основных функций счётчиков для управления процессами. 5. Применение комбинации функций счётчиков и таймеров для управления процессами.

	<p>установок горного производства</p>	<ol style="list-style-type: none"> 6. Инструкции обработки данных. Математические инструкции. 7. Функции ADD и SUBTRACT, MULTIPLY, DIVIDE, SQUARE ROOT. COMPARE. 8. Команды преобразования чисел. 9. Инструкции управления ходом выполнения программы. 10. Основные элементы программ. Jumps. LOOP. Subroutines. 11. Инструкции для работы с прерываниями. 12. Временное прерывание. Прерывание дискретных входов. Прерывание ввода/вывода. 13. Диагностика. Типы Ошибок. 14. Функции тестирования программного обеспечения. 15. Тестирование статуса программы. 16. Использование функций программного обеспечения: Forcing variables. 17. Форсирование входов и выходов, управление выходами в режиме STOP. 18. Диагностика с LED показом. Диагностика в режиме RUN. 19. Программируемые и непрограммируемые диагностические сообщения. 20. Аналоговые входы и выходы. 21. Масштабирование электрических единиц в «единицы PLC». 22. Аналоговые модули ввода-вывода. Разрешение аналоговых модулей. 23. Технические данные аналоговых модулей расширения. Настройка. 24. Диагностические сообщения аналоговых модулей входа. 25. Автономные системы управления. 26. Подключение к контроллерам по PPI или MPI интерфейсам. 27. Текстовые дисплеи, текстовые и графические панели оператора, сенсорные панели и панели с встроенной клавиатурой. 28. Многофункциональные панели промышленные компьютеры, программаторы. Текстовые дисплеи TD200. 29. Системы управления, работающие в общей информационной сети. 30. Сетевой обмен данными. MPI. Сети полевого уровня. PROFIBUS. IndustrialEthernet.
--	---------------------------------------	--

		<p>31. Экспорт данных из PLC. Связь с HMI с использованием S7-200 OPC Server.</p> <p>32. Обмен данными между Step7 и стандартными приложениями Windows (MS Excel).</p> <p>33. Обмен данными между интеллектуальными партнерами на уровне подразделений предприятия и на промышленном полевом уровне.</p> <p>34. Сеть с master- и slave-устройствами. Обмен данными посредством специализированных модулей. GPRS. GSM.</p> <p>35. Библиотеки. Описание «Scale» библиотеки.</p> <p>36. Какое наименьшее число шагов нужно для учета фактов возникновения сигнала в программе с шаговой структурой?</p> <p>37. Какая существенная разница в работе таймера и счетчика</p> <p>38. Можно ли с помощью одного счетчика вести расчет поступления и расходов заготовок на автоматической линии?</p> <p>39. Какое минимальное количество флагов необходима для использования счетчика в программе с параллельной структурой?</p> <p>40. Можно ли использовать счетчик без загрузки преселектора?</p> <p>41. Можно ли на одном счетчике вычислять несколько действий?</p>
Уметь:	<ul style="list-style-type: none"> - активно создавать и эксплуатировать системы автоматизации технологических процессов, - проектировать автоматизированные комплексы и машины горного производства 	По данному фрагменту программы постройте диаграмму «перемещение – шаг» для гидроцилиндров А, В, С, D.



Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> способностью и творчески создавать системы автоматизации технологических процессов готовностью творчески эксплуатировать автоматизированные машины и установки горного производства 	<p><u>Примерное задание для решения задачи из профессиональной области</u></p> <p>Разработать систему сортировки деталей трех видов материалов по трем лоткам: черный металл - лоток №1, цветной металл - лоток №2, пластмасса - лоток №3. Система состоит из привода №1 -обеспечивающий направление к 1-му лотку, привода №2 - ко 2-му лотку, стопора, транспортера, кнопок «пуск» и «стоп», концевых датчиков приводов №1 и №2, сенсоров определения типа деталей сенсор №1 - любая деталь, сенсор №2 - деталь не из черного металла, сенсор №3 – пластмассовая деталь. При нажатии первой кнопки система отрабатывает одиночный цикл (сортирует одну деталь и останавливается). При нажатии второй кнопки система работает в автоматическом режиме, пока не получит 5 деталей одного типа. Третья кнопка используется для аварийной остановки системы. При появлении заготовки на ленте конвейера, он включается и включается</p>
----------	--	---

		стопор, который удерживает заготовку на входе в конвейер в течение 3 секунд. После этого стопор выключается и позволяет заготовке передвигаться на конвейере. В соответствии с типом детали приводы №1, №2 или ни один из них направляют деталь в соответствующий лоток. После опускания детали в лоток привод направления возвращается в исходное состояние. После завершения цикла работы системы конвейер автоматически останавливается. Последующее включение системы возможно только после ее выключения кнопкой «стоп».
--	--	---

Методические рекомендации для подготовки к зачету

1. При подготовке к зачету у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра.
2. Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом опорные конспекты лекций. При этом нужно обратить особое внимание на темы учебных занятий, пропущенных студентом по разным причинам.
3. При подготовке к зачету необходимо повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной рабочей программой дисциплины, примерным перечнем учебных вопросов, выносящихся на зачет и содержащихся в данной программе.
4. Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удается, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.