



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОНТРОЛЛЕРЫ

Направление подготовки (специальность)
27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль/специализация) программы
Системы и средства автоматизации технологических процессов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированных систем управления
Курс	5

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах (приказ Минобрнауки России от 31.07.2020 г. № 871)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Автоматизированных систем управления

29.01.2025, протокол № 6

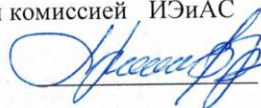
Зав. кафедрой



С.М. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
04.02.2025 г. протокол № 3

Председатель



В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:
ст. преподаватель кафедры кафедры АСУ,



А.Р. Бондарева

Рецензент:

Технический директор ЗАО «КонсОМ СКС»



Е.Ю. Васильев

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Технологические контроллеры» являются: развитие профессиональных компетенций в области расчета и проектирование устройств систем автоматизации и управления, выбора средств автоматики и вычислительной техники для проектирования, разработки нового программного обеспечения современных многоуровневых интегрированных АСУ ТП.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Технологические контроллеры входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Технические средства автоматизации и управления

Системы автоматизации и управления

Программирование и основы алгоритмизации

Цифровые технологии обработки информации в автоматизированных системах управления

Информатика

Математика

Моделирование систем управления

Электрические измерения

Электроника в управляющих устройствах

Технические измерения и приборы

Проектирование автоматизированных систем

Линейные системы управления

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

Автоматизация технологических процессов и производств

Автоматизированные информационные системы

Базы данных и системы диспетчерского управления в АСУ ТП

Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Технологические контроллеры» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2	Способен выбирать способы и средства контроля и регулирования для реализации системы автоматизированного и автоматического управления технологическим процессом термической и химико-термической обработки, а также осуществлять её реализацию
ПК-2.1	Определяет способы контроля и управления параметрами технологического процесса
ПК-2.2	Осуществляет выбор технических и программных средств для реализации системы автоматизированного и автоматического управления
ПК-2.3	Выполняет разработку общей схемы системы автоматизированного и автоматического управления технологическим процессом и подготовку технической документации

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 17,2 акад. часов;
- аудиторная – 14 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,2 акад. часов;
- самостоятельная работа – 154,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Основные понятия, функции и структуры интегрированных систем проектирования и управления								
1.1 Назначение, стандарты и общая методология создания интегрированных систем	5				12	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Поиск дополнительной материалов по теме.	Устный опрос по теме "Обзор видов интегрированных систем"	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
1.2 Функции интегрированных систем управления, иерархическая структура интегрированной системы управления технологическим процессом		1		1	10	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Поиск дополнительной материалов по теме	Устный опрос по теме "Выбор общего вида интегрированной системы для заданного производства"	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
Итого по разделу		1		1	22			
2. Уровни интегрированной системы проектирования и управления								
2.1 Уровни контроллеров и SCADA	5	1			12	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям	Устный опрос по теме «Разработка структуры интегрированной системы для заданного производства»	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2.2 Схемы логического и физического взаимодействия уровней				1	12	Самостоятельное изучение учебной и	Устный опрос по теме "Определение	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3

интегрированной системы управления						научно литературы. Поиск дополнительной материалов по теме.	функций уровней интегрированной системы для заданного объекта управления", "Выбор технических средств автоматизированной системы для заданного объекта"	
Итого по разделу		1		1	24			
3. Программно-технические средства построения интегрированных систем								
3.1 Прикладные пакеты для создания интегрированных систем	5		2		12	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям	Устный опрос по лабораторной работе №1 «Создание проекта с использованием Simatic Manager».	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
3.2 Основные понятия и назначения языков технологического программирования стандарта IEC-61131-3 (МЭК 61131).					10	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №2 «Изучение команд битовой логики языка STEP7 на примере синтеза комбинаторной переключательной схемы»	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
3.3 Основы программирования с использованием стандартных языков LAD и STL					8	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №3 «Использование битов маркерной памяти»	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
3.4 Использование системной памяти контроллера при реализации программы управления		1			12	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №4 «Синтез релейной схемы с использованием катушек с памятью» Устный опрос по лабораторной работе №5 «Изучение команд выделения фронта»	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
3.5 Понятие					12	Самостоятельно	Устный опрос по	ПК-2.1, ПК-

аккумуляторов процессора. Действие с аккумуляторами.						е изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	лабораторной работе №6 «Изучение команд работы с аккумулятором процессора и адресации данных»	2.2, ПК-2.3
3.6 Реализация счетчиков и таймеров	5				8	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №7 «Реализация счетчиков» Устный опрос по лабораторной работе №8 «Изучение команд работы с таймерами»	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
3.7 Реализация математических операций					10	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №9 «Изучение команд над числовыми величинами»	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
3.8 Основные понятия структурного программирования		1			8	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №10 «Организационные блоки»	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
3.9 Реализация функций и функциональных блоков					10	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №11 «Блоки данных, функциональные блоки и функции»	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
Итого по разделу		2	2		90			
4. Выбор технических средств и проектирование сложной интегрированной системы управления								
4.1 Порядок формирования проекта системы управления с	5			1	10	Самостоятельное изучение учебной	Опрос по выполненной самостоятельной	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3

учетом технологических требований к функционированию объекта управления						литературы, подготовка и выполнение индивидуального задания по лабораторной работе	работе «Разработка функциональной системы управления заданным объектом. Эскизное проектирование»	
4.2 Структурирование программ управления технологическими агрегатами					4,1	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №12 «Использование мультиэкземплярной модели данных для организации программы управления однотипными объектами в составе сложной системы». Опрос по выполненной самостоятельной работе "Разработка алгоритма управления заданным объектом"	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
4.3 Формирование систем управления сложными технологическими объектами	5	2	2	1	4	Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение индивидуального задания по работе	Устный опрос по лабораторной работе №13 «Разработка и программная реализация контура регулирования непрерывным параметром технологического процесса с использованием ПИД регулятора». Опрос по выполненной самостоятельной работе "Разработка и программная реализация контура регулирования заданным параметром объекта управления"	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
Итого по разделу		2	2	2	18,1			
Итого за семестр		6	4	4	154,1		экзамен	

Итого по дисциплине	6	4	4	154,1		экзамен	
---------------------	---	---	---	-------	--	---------	--

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Технологические контроллеры» используются:

Традиционные образовательные технологии – информационная лекция (вводную лекцию, где дает первое представление о предмете и знакомство студентов с назначением и задачами курса); лекции – консультации, изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы; лабораторные работы.

Технологии проблемного обучения – проблемные лекции является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения; лабораторные работы с использованием проблемного обучения, которое заключается в стимулировании студентов к самостоятельной «добыче» знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Информационно-коммуникационные образовательные технологии – в ходе проведения лекционных занятий предусматривается использование электронного демонстрационного материала (лекции-визуализации), использование Интернет ресурсов для промежуточных аттестаций и проверки остаточных знаний.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме.

Лабораторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием следующих методов интерактивного обучения:

актуализация познавательной деятельности учащихся путем побуждения к осмыслению логики и последовательности проведения научного исследования, к выделению в нем главных и наиболее существенных этапов; при этом определяется конечная цель исследования, а пути его проведения и формы представления результата обучающийся выбирает сам;

отсутствие жестко регламентированного порядка выполнения работы по обработке экспериментальных данных, когда студент оперирует вспомогательной информацией о способах поиска необходимых программных средств, функций, протоколов передачи и обработки данных, что вырабатывает способность к познанию;

при постановке и анализе результатов исследования для достижения поставленных целей обучающиеся должны делать сравнения, сопоставлять новые факты, приемы использованные другими участниками группы, обращать внимание на причины, вызывающие то или иное явление и быть способными продемонстрировать индивидуальность своего подхода к решению задачи;

проведение занятий в форме поиска причин допущенных ошибок при проведении исследования, причин несовпадения результатов с полученными другими группами обучающихся, побуждение к стремлению находить и устранять чужие и свои ошибки.

Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке в процессе выполнения контрольных работ, а также в процессе подготовки к устному опросу, тестированию и итоговой аттестации.

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. Андреев С. М. Аппаратные средства и программное обеспечение промышленных контроллеров SIMATIC S7 : учебное пособие / С. М. Андреев, М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова ; С. М. Андреев, М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 231 с. : ил., схемы, табл., граф. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1992>. - ISBN 978-5-9967-0940-3. - Текст : непосредственный.
2. Шишов, О. В. Программируемые контроллеры в системах промышленной автоматизации: учебник / О.В. Шишов. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 365 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/17505. - ISBN 978-5-16-019101-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2086790> (дата обращения: 04.04.2025). – Режим доступа: по подписке.
3. Рябчиков М. Ю. Программирование микропроцессорных контроллеров на языках высокого уровня : учебное пособие / М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20831>. - Текст : электронный.

б) Дополнительная литература:

4. Таранников Ю.В. Дискретная математика. Задачник : учебное пособие для вузов / Ю. В. Таранников. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 385 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01180-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511496> (дата обращения: 04.04.2025).
5. Рябчиков М. Ю. Программирование системы диспетчерского управления : учебное пособие / М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1528>. - Текст : электронный.
6. Беккер, В. Ф. Технические средства автоматизации. Интерфейсные устройства и микропроцессорные средства : учебное пособие / В. Ф. Беккер. - 2-е изд. - Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2020. - 152 с. - (ВО: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01198-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1062242> (дата обращения: 04.04.2025)

в) Методические указания:

7. Андреев С. М. Программирование микропроцессорных контроллеров SIMATIC S7 300/400. Лабораторный практикум : учебное пособие / С. М. Андреев, М. Ю. Рябчиков, Т. Г. Сухонослова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1452>. - Текст : электронный.
8. Аппаратные средства и программное обеспечение контроллеров SIMATIC S7-300/400 : учебное пособие / С. М. Андреев, М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова, Н. А. Головкин ; МГТУ, [каф. ПК и СУ]. - Магнитогорск, 2011. - 197 с. : ил., схемы, табл. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3391>. - Текст : непосредственный.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
CoDeSys	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт	URL: http://www1.fips.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer	https://www.nature.com/siteindex
Информационная система - Нормативные правовые акты, организационно-распорядительные	https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty-tzi?ysclid=lujk
Информационная система - Банк данных угроз безопасности информации ФСТЭК России	https://bdu.fstec.ru/?ysclid=lujkqy7cnw630508962

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа
(Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации)
(ауд.437)

Учебная аудитория для проведения практических занятий: компьютерный класс
(Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета) (ауд. 448)

Помещения для самостоятельной работы обучающихся (Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета) (ауд. 448)

Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных консультаций (Доска, мультимедийный проектор, экран)
(ауд. 448)

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (Стеллажи для хранения учебно-методической документации) (ауд. 445)

Учебная аудитория для проведения практических занятий и лабораторных работ: лаборатория автоматизации технологических процессов и производств (лабораторный стенд «Промышленные датчики температуры», ПДТ-СК + компьютер с предустановленным ПО от изготовителя; лабораторный стенд «Промышленные датчики давления», ПДД-СК + компьютер с предустановленным ПО от изготовителя; программируемый логический контроллер ПЛК-Siemens S7-300 + ноутбук с предустановленным ПО от изготовителя; лабораторный стенд «Основы автоматики», ОА-МР; программируемый логический контроллер с распределенной периферией Simatic S7-400) (ауд. 450)

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Технологические контроллеры» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение и защиту лабораторных работ, решение индивидуальных задач на семинарах и практиках.

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
Разработка структуры интегрированной системы для заданного производства	1. Какие уровни включает в себя современная интегрированная система управления процессом? 2. Какие элементы содержит уровень управления? 3. Какие функции выполняет уровень управления? 4. С помощью каких средств происходит информационное объединение элементов уровня управления? 5. Из каких основных элементов состоит типовой контур регулирования? 6. Какие функции выполняет полевой уровень АСУ?
Создание проекта с использованием Simatic Manager	1. Какие основные типы модулей используются в составе программируемого контроллера? 2. Перечислите функции сигнальных модулей 3. Какие типы сигнальных модулей входят в семейство SIMATIC? 4. Как происходит кодирование характеристик сигнального модуля в его обозначении? 5. Какое назначение функциональных модулей?
Изучение команд битовой логики языка STEP7 на примере синтеза комбинаторной переключательной схемы	1. Что такое Network проекта? 2. В каком элементе располагается основная циклическая программа? 3. Какие аббревиатуры используются для языков «Список операторов» и «Релейные диаграммы»? 4. Как реализовывается базовые логические схемы на языках семейства STEP 7? 5. Как реализуется функция «Исключающее ИЛИ» на языке LAD и языке STL?
Использование битов маркерной памяти	1. Какие биты входят в слово состояния процессора? 2. Для каких целей используются биты FC, RLO и OR? 3. Что такое скобочный стек? Приведите пример программы использования скобочного стека. 4. Какие особенности использования маркерных бит памяти? 5. Как задать участок маркерной области памяти, в которой данные сохраняются и после выключения питания?
Синтез релейной схемы с использованием катушек с памятью	1. Какую временную диаграмму работы имеют катушки с памятью? 2. Какие варианты реализации триггеров возможны на языке LAD? 3. Как определяется приоритет команд установки и сброса в триггерах? 4. Какое действие производится командой NOT в релейной логике? 5. Какая команда перехода используется по условию RLO=1?
Изучение команд выделения фронта	1. С помощью каких команд обнаруживаются фронты RLO? 2. Для каких целей используются катушки выделения фронта? 3. Какую роль выполняет промежуточный маркер в катушках выделения фронта? 4. Какая длительность сигнала выделения фронта? 5. Для каких действий в системе управления используется сигнал выделения фронта?

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
Изучение команд работы с аккумулятором процессора и адресации данных	1. Что такое аккумулятор процессора? Сколько аккумуляторов имеет процессор? 2. Поясните работу блока MOVE. Как реализовать этот блок на языке STL? 3. Как произвести загрузку ACCU2? Приведите программу реализации загрузки. 4. Покажите способы обмена данными между двумя аккумуляторами процессора ACCU1 и ACCU2? 5. Какие действия с аккумулятором процессора выполняют команды CAW и CAD? 6. Приведите пример программы на языке STL загрузки и выгрузки данных из маркерной памяти в аккумулятор ACCU2 и обратно.
Реализация счетчиков	1. Как организовать последовательное включение счетчиков, для подсчета дискретных событий от 0 до 1 000 000? Приведите схему на языке LAD? 2. Какую структуру имеет слово счетчика? 3. Какую информацию содержит старшая тетрада слова счетчика? 4. Приведите примеры реализации счетчиков с использованием блоков и с использованием катушек счета 5. Поясните приоритет команд установки, счета и сброса счетчика
Изучение команд работы с таймерами	1. Какую информацию содержит старшая тетрада слова таймера? 2. Какой командой запускается таймер расширенного импульса? 3. Приведите временную диаграмму таймера задержки выключения 4. В чем отличие работы таймеров задержки включения и задержки включения с запоминанием? Поясните отличия по временным диаграммам работы таймеров. 5. Какое значение будет содержать слово таймера, при занесении в него значения, соответствующее 20 минутам.
Изучение команд над числовыми величинами	1. Какими командами реализуются арифметические функции? 2. Сколько базовых типов данных и каких используются при реализации команд арифметических операций? 3. Какие форматы выполнения арифметической операции поддерживаются языками программирования? 4. Приведите пример реализации программы возведения числа с плавающей точкой в произвольную степень 5. Какие базовые типы данных используются при реализации математических операций?
Организационные блоки	1. Дайте пояснение понятию прерывания процессора. Приоритет прерываний. Типы прерываний. Способы обработки прерывания. 2. Порядок создания организационного блока. Типы организационных блоков. Пример создания организационных блоков разных типов. 3. Приведите пример создания OV35, OV10 и поясните порядок его настройки. 4. Какие типы рестарта контроллера существуют? Как программным образом определить тип рестарта? 5. Какие организационные блоки позволяют реализовывать работу программы в реальном времени.
Блоки данных, функциональные блоки и функции	1. В чем основное отличие глобальных блоков данных от экземплярных? Приведите пример записи и чтения данных глобальный блок данных. 2. Какое основное назначение системных функций и функциональных блоков? 3. Использование функций и функциональных блоков. Приведите пример использования. 4. Дайте пояснение понятиям формального и фактического параметров

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
	при передаче данных. 5. Как используются глобальные блоки данных? Приведите пример использования
Использование мультитекстурной модели данных для организации программы управления однотипными объектами в составе сложной системы	1. Как определить список системных функций, поддерживаемых конкретной моделью процессорного модуля? 2. Что такое диагностический буфер? Каким образом можно организовать запись сообщений в диагностический буфер. 3. Приведите пример реализации таймера и генератора с использованием системных функций. 4. Как реализовать динамическое создание и удаление блоков данных с использованием системных функций 5. Перечислите основные типы системных функций 6. Что такое модель мультитекстур? 7. Приведите пример реализации и принцип работы этой модели на примере программы генератора 8. Каких основных правил требуется придерживаться, чтобы реализовать модель мультитекстур. 9. Какие элементы заголовка функции включаются при реализации модели мультитекстур 10. Какой тип программы управления удобно реализовывать с использованием модели мультитекстура?
Разработка и программная реализация контура регулирования непрерывным параметром технологического процесса с использованием ПИД регулятора	1. Типы стандартных регуляторов. Пример запуска регулятора (в виде структурной схемы). 2. Какие основные настроечные параметры имеют программные регуляторы из библиотеки стандартных функций STEP 7? 3. Какие типы стандартных регуляторов реализуются библиотечными функциями? Поясните области использования этих регуляторов. 4. Как осуществляется настройка и запуск стандартного регулятора? 5. В каких организационных блоках реализуется вызов функции регулятора и почему?

Примеры вариантов заданий на практическую работу

Задание №1: «Управление линией конвейера»

Используя команды релейной логики, разработать систему управления упаковочной линией конвейера. Структурная схема упаковочной линии изображена на рис.1. В табл.1 приведены адреса и обозначения сигналов датчиков и исполнительных устройств.

Работа упаковочной линии конвейера.

1. Вся работа конвейера начинается только после нажатия на кнопку «Пуск». При нажатии на кнопку «Стоп» все механизмы конвейера останавливаются.
2. При достижении изделия датчика изделия «ДИ» лента конвейера останавливается. Включается сталкиватель, который производит загрузку изделия в тару и после этого возвращается назад. Ход сталкивателя ограничен концевыми выключателями: «стоп вперед – СВ» и «стоп назад – СН».
3. После возвращения сталкивателя в исходное состояние работа конвейера продолжается.

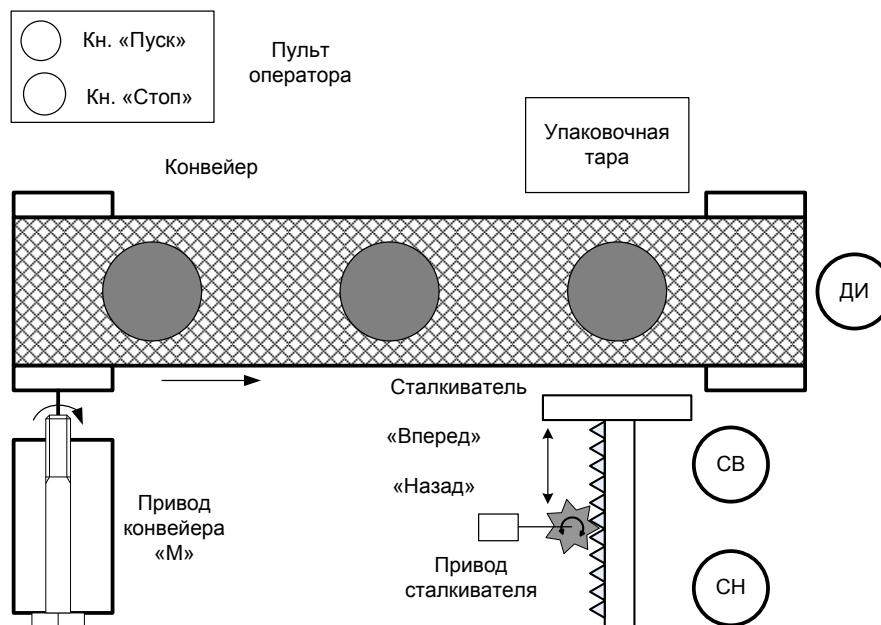


Рис.1. Структурная схема упаковочной линии конвейера

Таблица 1

Адреса и обозначения датчиков и исполнительных устройств упаковочной линии конвейера

Адрес	Обозначение	Команда
I0.0	Кн. «Пуск»	Кнопка «Пуск» конвейера
I0.1	Кн. «Стоп»	Кнопка «Стоп» конвейера
I0.2	«СВ»	Концевой «Стоп вперед» сталкивателя
I0.3	«СН»	Концевой «Стоп назад» сталкивателя
I0.4	«ДИ»	Датчик наличия изделия в позиции сталкивания
Q0.0	«М»	Привод конвейера
Q0.1	«Вперед»	Привод сталкивателя движения вперед
Q0.2	«Назад»	Привод сталкивателя движения назад

Задание №2: «Управление лифтом»

Используя команды релейной логики STEP 7, разработать систему управления лифтом. Обеспечить выполнение следующих функций управления:

1. Вызов лифта на этаж.
2. Открытие и закрытие дверей.
3. Перемещение лифта на заданный этаж.
4. Включение и выключение света в кабине, подсветку кнопок вызова и задание этажа.
5. Реализацию необходимых пауз при выполнении действий.

Список адресов входных и выходных сигналов управления и их описание приведены в табл.

2. Работу программы управления лифтом проверить на модели управления. Самостоятельную работу по разработке программы управления лифтом разделить на три этапа, за каждый из которых студент отчитывается индивидуально.

Этап 1. Управление движением кабины лифта при вызове и при перемещении на заданный этаж.

Этап 2. Управление дверями и освещением кабины и подсветка кнопок при выполнении команд перемещения кабины.

Этап 3. Обеспечение необходимых пауз при управлении дверьми кабины, её освещением, подсветкой кнопок и подачей команд.

Адреса и обозначение сигналов лифта

Адрес	Обозначение	Команда
I0.0	«ПВ1»	Путевой выключатель 1-ого этажа
I0.1	«ПВ2»	Путевой выключатель 2-ого этажа
I0.2	«ПВ3»	Путевой выключатель 3-ого этажа
I0.3	«ПВ4»	Путевой выключатель 4-ого этажа
I0.4	«ДЗ»	Концевой «Дверь закрыта»
I0.5	«ДО»	Концевой «Дверь открыта»
I0.6	«КВ_В»	Концевой выключатель верхнего положения кабины
I0.7	--	--
I1.0	«В1»	Кнопка вызова 1-ого этажа
I1.1	«В2»	Кнопка вызова 2-ого этажа
I1.2	«В3»	Кнопка вызова 3-ого этажа
I1.3	«В4»	Кнопка вызова 4-ого этажа
I1.4	«К1»	Кнопка кабины 1-ого этажа
I1.5	«К2»	Кнопка кабины 2-ого этажа
I1.6	«К3»	Кнопка кабины 3-ого этажа
I1.7	«К4»	Кнопка кабины 4-ого этажа
Q0.0	«ЛВ1»	Лампа кнопки вызова 1-ого этажа
Q0.1	«ЛВ2»	Лампа кнопки вызова 2-ого этажа
Q0.2	«ЛВ3»	Лампа кнопки вызова 3-ого этажа
Q0.3	«ЛВ4»	Лампа кнопки вызова 4-ого этажа
Q0.4	«ЛК1»	Лампа кнопки кабины 1-ого этажа
Q0.5	«ЛК2»	Лампа кнопки кабины 2-ого этажа
Q0.6	«ЛК3»	Лампа кнопки кабины 3-ого этажа
Q0.7	«ЛК4»	Лампа кнопки кабины 4-ого этажа
Q1.0	«Вверх»	Команда «Движение вверх»
Q1.1	«Вниз»	Команда «Движение вниз»
Q1.2	«Открыть»	Команда «Открыть дверь»
Q1.3	«Заккрыть»	Команда «Заккрыть дверь»
Q1.4	«ЛК»	Лампа освещения кабины

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

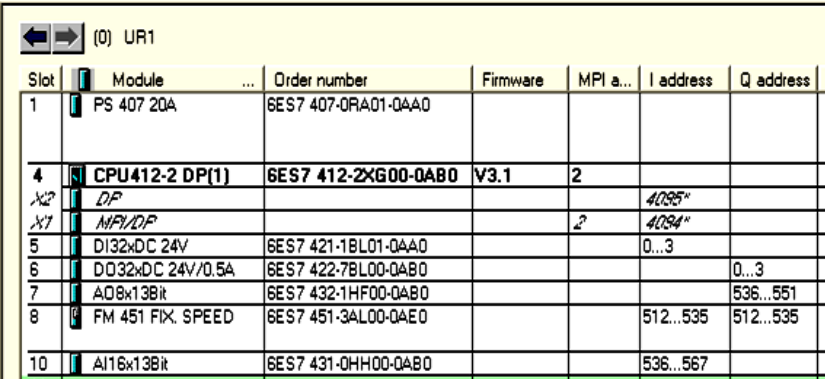
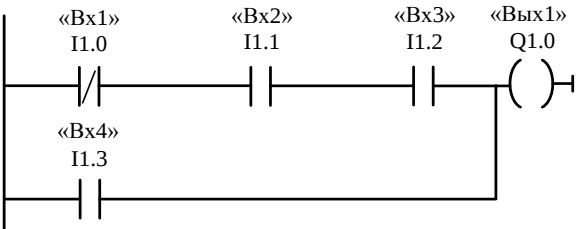
а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-2: Способен выбирать способы и средства контроля и регулирования для реализации системы автоматизированного и автоматического управления технологическим процессом термической и химико-термической обработки, а также осуществлять её реализацию		
ПК-2.1	Определяет способы контроля и управления параметрами технологического процесса	Перечень теоретических вопросов: 1. Структура интегрированных систем. Что входит в структуру интегрированной системы проектирования и управления? 2. Какие уровни структуры реализуются в типовых АСУТП? 3. Какие функции выполняет полевой уровень? Приведите примеры реализации полевого уровня 4. Какую структуру имеет уровень управления? 5. Какие средства используются для организации взаимодействия между уровнями? 6. Какие функции выполняет SCADA? 7. Что такое внешние цепи сигнальных модулей? Какие функции они выполняют? 8. Какие функции выполняет гальваническая изоляция цепей? 9. По каким принципам производится объединение общих входов и выходов дискретных сигнальных модулей? 10. Способы обмена данными со станциями S7-300/400. 11. Какие компоненты входят в однопользовательскую АРМ? Какие возможны варианты построения однопользовательской АРМ? 12. Какие основные структуры уровня НМІ используются в современных системах управления? 13. Какое отличие многопользовательской системы человеко-машинного интерфейса от однопользовательской? 14. Что называют распределенной системой АРМ?

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		15. Какое специализированное программное обеспечение используется для построения АРМ с доступом через глобальную корпоративную сеть и сеть Интернет? 16. Какая основная область применения АРМ с доступом через глобальную корпоративную сеть и сеть Интернет? Перечень вопросов практикума: 1. Поясните на примере, на какие блоки разбивается программа в управляющем контроллере? Приведите название этих блоков и функции, которые они выполняют. 2. Произведите конфигурирование станции. Поясните порядок действий. 3. Задайте адреса модулей ввода вывода в ручном режиме. Как система производит распределение этих адресов? 4. Запишите основные операции релейной логики, которые используются при проектировании релейных схем 5. Приведите пример программы на языках LAD и STL реализующий основные операции релейной логики. 6. Произведите настройку модуля аналогового ввода сигналов на требуемый тип и диапазон 7. Приведите схему подключения дискретных датчиков к модулю ввода дискретных сигналов, в которых сигнал представлен напряжением постоянного тока 24V. 8. Приведите схему подключения дискретных датчиков при их питании переменным напряжением 9. Приведите общую структуру управляющей программы, которая формируется с использованием структурного программирования 10. Произведите чтение диагностических сообщений процессора контроллера 11. Произведите отладку программы управления с использованием VAG таблицы и режима мониторинга программы. Какие еще программные средства отладки для этого используются? 12. Произведите обнуление загрузочной памяти процессорного модуля CPU 412-2DP.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-2.2	Осуществляет выбор технических и программных средств для реализации системы автоматизированного и автоматического управления	Перечень теоретических вопросов: 1. Для каких типов задач предназначены серии контроллеров S7-200/300/400? 2. Что такое мультиэкземплярная модель данных? Как используется такая модель при формировании программы управления на контроллере? 3. Какие основные отличия имеют процессорные модули контроллеров разных серий? 4. Приведите классификацию процессорных модулей. Поясните область применения каждого типа процессорного модуля 5. Поясните функции индикаторов на лицевой панели процессорного модуля? 6. Для каких целей и какие функции выполняет переключатель, расположенной на лицевой панели процессорного модуля? 7. Какие функции выполняют интерфейсные модули? 8. Под каким номером должны располагаться интерфейсные модули при конфигурировании контроллера S7-300? 9. Приведите примеры основных типов функциональных модулей? 10. Какие функции выполняют коммуникационные процессоры? 11. Как реализованы шинные соединители в контроллерах S7-300? 12. Чем отличается техническая реализация шинных соединителей для контроллеров S7-300 и S7-400?

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		13. Для каких целей служит стойка контроллера? 14. Какую роль выполняют фронтштекеры сигнальных модулей? 15. Как производится процедура полного сброса контроллера (обнуление памяти) 16. На какие типы делится память контроллера? 17. Для каких целей используется загрузочная память процессора? 18. Какую функцию выполняет рабочая память? 19. Какие области содержит системная память? 20. В какой области памяти содержится память счетчиков? 21. Что такое сохраняемая (retentivity) память? 22. Какие участки системной памяти выполняются как сохраняемые? 23. Через какой интерфейс производится программирование и конфигурирование контроллера? 24. Какие типы программаторов используются при программировании PLC S7-300/400? 25. Что такое Simatic Manager? 26. Как организуется установка лицензионного ключа Simatic Manager? 27. С какой целью производится конфигурирование аппаратуры контроллера? 28. Что такое географическая адресация модулей PLC? 29. Как вычисляется географические адреса модулей для контроллеров S7-300 и S7-400? 30. Как установить свободную адресацию модулей ввода вывода? 31. В каком режиме работы контроллера производится загрузка конфигурации? 32. Что такое прозвон входов /выходов сигнальных модулей контроллера? 33. С помощью какой утилиты производится установка соединения устройства программирования с контроллером? 34. Для каких целей используется таблица символов? 35. Что такое online и offline проекта?

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		36. Как проконтролировать свойства процессорного модуля? 37. Для какой цели используются коннекторы в языке LAD? Как будет выглядеть программа на языке STL, реализующая коннектор? 38. Какую структуру имеет команда условного перехода? Для каких целей используются аккумуляторы процессора? Какие команды работы с аккумуляторами процессора используются? Перечень вопросов практикума: 1. Произведите конфигурирование станции по заданному содержанию оборудования  2. Реализуйте релейную схему и получите для неё таблицу истинности  3. По заданной таблице истинности спроектируйте релейную схему управления

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																										
		<table><tr><th>X₁</th><th>X₂</th><th>X₃</th><th>X₄</th><th>X₅</th><th>Y₁</th><th>Y₂</th></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td colspan="5">остальные</td><td>0</td><td>0</td></tr></table> 4. Для заданной схемы внешних цепей спроектируйте электрическую схему подключения дискретного датчика в первому входу сигнального модуля 5. Определите состав и функции сигнального модуля по условному обозначению. Определите назначение каждого поля в обозначении.	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Y ₁	Y ₂	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	остальные					0	0
X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Y ₁	Y ₂																																						
1	0	0	1	0	0	1																																						
0	1	1	1	0	1	0																																						
1	1	0	0	1	1	1																																						
1	0	1	1	1	1	0																																						
остальные					0	0																																						

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		SM 321 DI 16 x 24VDC 6. По заданной структуре PLC определите какие модули входят в его состав и назначение каждого модуля PS (не обязательно) CPU IM (дополнительно) SM: DI SM: DO SM: AI SM: AO CP: - Point-to-Point - PROFIBUS - Industrial Ethernet
ПК-2.3	Выполняет разработку общей схемы системы автоматизированного и автоматического управления технологическим процессом и подготовку технической документации	Перечень теоретических вопросов: 1. Разработайте программу управления непрерывным объектом с использованием стандартного блока ПИД-регулирования? 2. Сформируйте пользовательскую функцию «Определение среднего» и

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		функциональный блок «Интегрирование». Поясните порядок действий при их создании и вызове. 3. Запишите рекуррентное выражение для фильтра 1ого порядка. Разработайте программу фильтра по данному выражению. 4. Какие языки технологического программирования описываются стандартом IEC-61131-3 (МЭК 61131)? 5. Как формируются программы управления с использованием релейной логики на языках LD и STL? Перечень вопросов практикума: 1. Если с АЦП модуля аналогового ввода приходит сигнал 11011000000002, то какое значение напряжения кодируется этой величиной, если модуль настроен на диапазон +-10В? 2. Запишите вызов системной функции. Какие действия позволяет реализовать системная функция PLC «Масштабирование»? 3. Произведите настройку прерывания процессора OB10. Какие способы настройки прерываний могут использоваться? 4. Запишите математическое рекуррентное выражение для численного интегрирования входного. Разработайте программу на языке STL для численного интегрирования входного сигнала по представленному выражению. 5. Создайте и настройте циклическое прерывание OB35. Реализуйте в данном циклическом прерывании вызов функции «Интегрирование». 6. Какое значение примет таймерное слово после загрузки в него значения времени равное 12 мин. Реализуйте схему циклического счетчика от 0 до 6 на языке LAD. 7. Разработайте функциональный блок для расчета рекуррентного выражения $y(k)=[dt/T]*[x(k)-y(k-1)]+y(k-1)$. Произведите вызов блока в OB35. 8. Разработайте программу управления и сконфигурируйте станции для системы управления слябовой тележной

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																																																													
		Пост оператора ВпередНазад Слябы Рольганг КВ СВ СН КН Склад <table><tr><th></th><th>Status</th><th>Symbol /</th><th>Address</th><th>Data type</th><th>Comment</th></tr><tr><td>1</td><td></td><td>Запрещённый режи</td><td>Q 125.2</td><td>BOOL</td><td>Нажаты обе кнопки одновременно</td></tr><tr><td>2</td><td></td><td>КВ</td><td>I 0.4</td><td>BOOL</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td></td><td>КН</td><td>I 0.5</td><td>BOOL</td><td></td></tr><tr><td>4</td><td></td><td>Кнопка вперёд</td><td>I 0.0</td><td>BOOL</td><td></td></tr><tr><td>5</td><td></td><td>Кнопка назад</td><td>I 0.1</td><td>BOOL</td><td></td></tr><tr><td>6</td><td></td><td>СВ</td><td>I 0.2</td><td>BOOL</td><td></td></tr><tr><td>7</td><td></td><td>СН</td><td>I 0.3</td><td>BOOL</td><td></td></tr><tr><td>8</td><td></td><td>Тележка едет вп...</td><td>Q 0.0</td><td>BOOL</td><td></td></tr><tr><td>9</td><td></td><td>Тележка едет на...</td><td>Q 0.1</td><td>BOOL</td><td></td></tr><tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> 9. Разработайте программу реализации многотактной схемы в соответствии с таблицей <table><tr><th>Такт</th><th>0</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th></tr><tr><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Y</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> 10. Разработайте программу перемещения данных между аккумуляторами процессора и маркерным двойным словом по следующей схеме. Двойное слово: (3с 54 1а 23Н) ⇒ (АК1=23 1а 54 3сН); (АК2=1а 23 3с 54);		Status	Symbol /	Address	Data type	Comment	1		Запрещённый режи	Q 125.2	BOOL	Нажаты обе кнопки одновременно	2		КВ	I 0.4	BOOL		3		КН	I 0.5	BOOL		4		Кнопка вперёд	I 0.0	BOOL		5		Кнопка назад	I 0.1	BOOL		6		СВ	I 0.2	BOOL		7		СН	I 0.3	BOOL		8		Тележка едет вп...	Q 0.0	BOOL		9		Тележка едет на...	Q 0.1	BOOL		10						Такт	0	1	2	3	4	5	6	7	X									Y								
	Status	Symbol /	Address	Data type	Comment																																																																																										
1		Запрещённый режи	Q 125.2	BOOL	Нажаты обе кнопки одновременно																																																																																										
2		КВ	I 0.4	BOOL																																																																																											
3		КН	I 0.5	BOOL																																																																																											
4		Кнопка вперёд	I 0.0	BOOL																																																																																											
5		Кнопка назад	I 0.1	BOOL																																																																																											
6		СВ	I 0.2	BOOL																																																																																											
7		СН	I 0.3	BOOL																																																																																											
8		Тележка едет вп...	Q 0.0	BOOL																																																																																											
9		Тележка едет на...	Q 0.1	BOOL																																																																																											
10																																																																																															
Такт	0	1	2	3	4	5	6	7																																																																																							
X																																																																																															
Y																																																																																															

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		(MW10=3с_54Н); (MW12=1а_23Н). 11. Произведите программную реализацию на языке технологического программирования многоактного автомата – делителя на два с использованием счетчика. 12. По заданной программе на языке LAD составьте временную диаграмму работы таймеров Т1 и Т2.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии

оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Технологические контроллеры» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Методические указания по выполнению контрольной работы

По дисциплине «Технологические контроллеры» предусмотрена контрольная работа обучающихся.

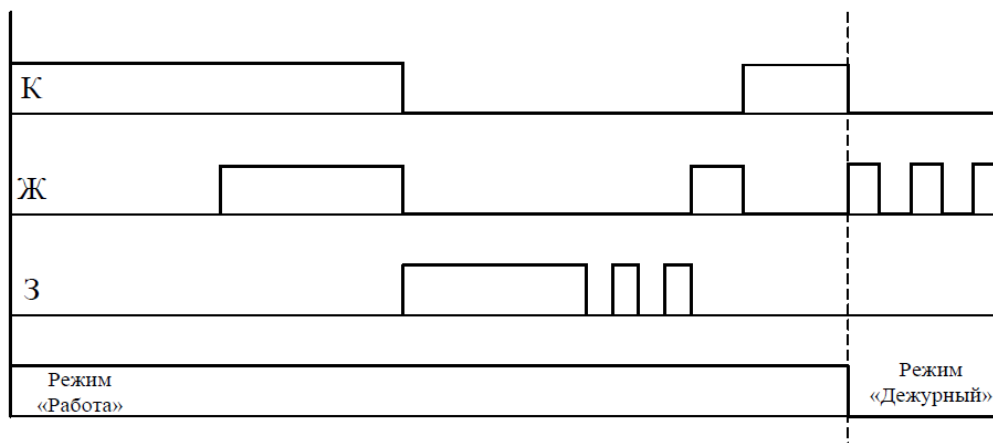
1 Задание. Работа таймеров.

Используя команды управления таймерами, разработать схему управления светофором.

1. Обеспечить формирование сигналов светофора для двух режимов: режим «РАБОТА» – обеспечивает управление светофором в режиме регулирования движения на перекрестке; режим «ДЕЖУРНЫЙ» – обеспечивает формирование только сигнала «мигающий желтый» – неактивное состояние светофора. Переключение режимов должно обеспечиваться переключателем «Рабочий»–«Дежурный».

2. При реализации заданной схемы составить структурную схему управления с указанием используемых битов для хранения промежуточных результатов вычислений.

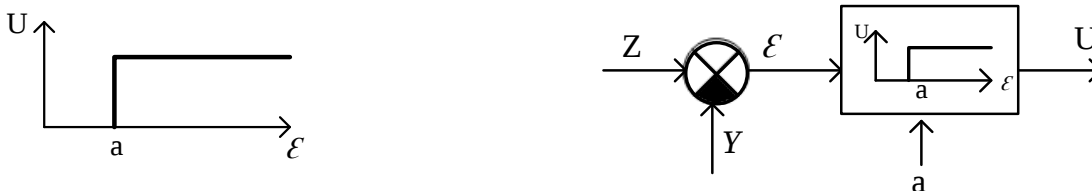
3. Разработать временную диаграмму работы схемы управления светофором с указанием всех временных параметров.



2 Задание.

Составить программу для реализации работы двухпозиционного регулятора.

1. Представить график релейной статической характеристики.
2. Разработать блок-схему программы.
3. Реализовать программу на языке STL.
4. Представить скриншоты работы программы для всех возможных значений входных сигналов.

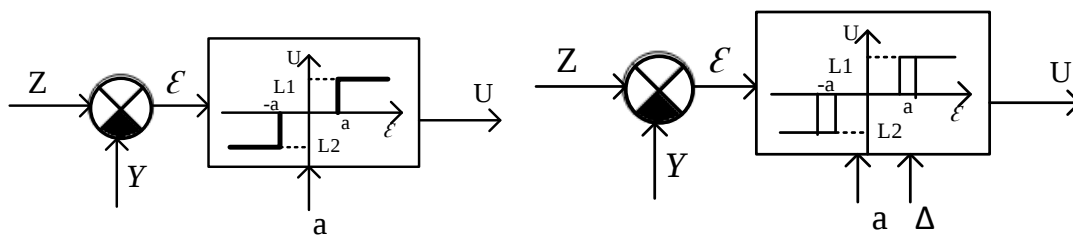
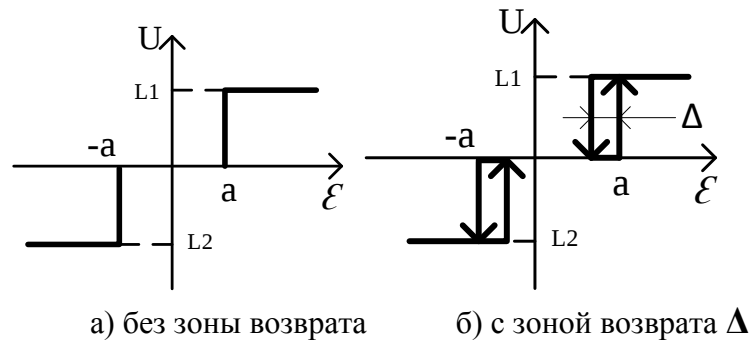


а- порог срабатывания, Z- задание, Y –значение регулируемого параметра, ϵ -сигнал рассогласования ($\epsilon=Z-Y$).

3 Задание.

Составить программу для реализации работы трехпозиционного регулятора.

1. Представить график релейной статической характеристики (без зоны возврата и с зоной возврата).
2. Разработать блок-схемы программ для двух вариантов.
3. Реализовать программы на языке STL.
4. Представить скриншоты работы программ для всех возможных значений входных сигналов.



a - порог срабатывания, Δ - зона возврата, Z - задание, Y - значение регулируемого параметра, ε -сигнал рассогласования ($\varepsilon = Z - Y$).

4 Задание. Работа с математическими функциями (по вариантам)

В соответствии с вариантом составить программу для вычисления на языке STL:

Вариант	Задание	Вариант	Задание
1	$Y := 130 + (-12)$	6	$D := 34.7 \leq 23.9$
	$Y := \sin(1,7)$		$Y := \text{SQRT}(4.0)$
	$Y := (76 * 8 - 23 + 56)$		$Y := 1.0e4 / 1.0e3$
2	$D := 12 \geq 3$	7	$D := 6532456 < 323272$
	$Y := \tan(0,1)$		$Y := \exp(-2.0)$
	$Y := 12.0 / 2.0$		$Y := 25 \bmod 12$
3	$Y := \ln(3.1)$	8	$D := (12.0 / 2.0) < (45 - 12)$
	$Y := 12 * 3 / 6$		$D := 23.0 == 12.0$
	$D := 87 < 21$		$Y := (54 - 5) * (34 - 98)$
4	$Y := (13/8)^{1,8}$	9	$Y := 128 \rightarrow \text{BCD}$
	$Y := 22_{\text{hex}} \text{ or } FF_{\text{hex}}$		$Y := \sqrt[3]{12,3}$
	$D := 12 < 13$		$D := (12 / 2) < (44 * 0,2)$
5	$Y := \text{ABS}(12,4^2 + 8^3)$	10	$Y := (3^{2,3} + \ln 3,4)$
	$Y := (12 * 3) \text{ and } (2 * 3)$		$D := (5,4 * 2,5) \leq (3^{5,6})$
	$D := 12,2 \geq 19,3$		$Y := \ln(5,1) + \sin(5,3^3)$

Вариант	Задание	Вариант	Задание
11	$Y := 130 + (-12)$	16	$D := 34.7 \leq 23.9$
	$Y := \sin(1,7)$		$Y := \text{SQRT}(4.0)$
	$Y := (76 * 8 - 23 + 56)$		$Y := 1.0e4 / 1.0e3$
12	$D := 12 \geq 3$	17	$D := 6532456 < 323272$
	$Y := \tan(0,1)$		$Y := \exp(-2.0)$
	$Y := 12.0 / 2.0$		$Y := 25 \bmod 12$
13	$Y := \ln(3.1)$	18	$D := (12.0 / 2.0) < (45 - 12)$
	$Y := 12 * 3 / 6$		$D := 23.0 == 12.0$
	$D := 87 < 21$		$Y := (54 - 5) * (34 - 98)$
14	$Y := (13/8)^{1,8}$	19	$Y := 128 \rightarrow \text{BCD}$
	$Y := 22_{\text{hex}} \text{ or } FF_{\text{hex}}$		$Y := \sqrt[3]{12,3}$
	$D := 12 < 13$		$D := (12 / 2) < (44 * 0,2)$
15	$Y := \text{ABS}(12,4^2 + 8^3)$	20	$Y := (3^{2,3} + \ln 3,4)$
	$Y := (12 * 3) \text{ and } (2 * 3)$		$D := (5,4 * 2,5) \leq (3^{5,6})$
	$D := 12,2 \geq 19,3$		$Y := \ln(5,1) + \sin(5,3^3)$

Примечание: Все разработанные программы должны содержать подробные комментарии, поясняющие каждую строку программы.