

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированных электротехнологических установок

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н. Вильбергер М. Е.
“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Программирование промышленных контроллеров

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электротехника, электромеханика и электротехнологии

Курс: 4, семестр : 8

Факультет мехатроники и автоматизации,

		Семестр
№	Вид деятельности	8
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	5
2	Всего часов	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	58
4	Лекции, час.	30
5	Практические занятия, час.	10
6	Лабораторные занятия, час.	10
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	12
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	6
10	Самостоятельная работа, час.	122
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №955 от 03.09.2015 г. , дата утверждения: 25.09.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

АЭТУ, протокол заседания кафедры №4 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета мехатроники и автоматизации, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Бикеев Р. А.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Алиферов А. И.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Аносов В. Н.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; в части следующих результатов обучения:
у5. уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач
у8. уметь использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач
Компетенция ФГОС: ПК.7 готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике; в части следующих результатов обучения:
з2. знать принципы построения и организации систем управления на базе промышленных контроллеров

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
---	---------------------------

Программирование промышленных контроллеров

ОПК.1.у5 уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	
1.Иметь представление о понятиях системного и прикладного программного обеспечения промышленных контроллеров, открытой системы стандарт МЭК (IEC) 61131-3.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
2.Уметь выполнять построения эффективных иерархических систем на базе промышленных контроллеров сообразно уровням автоматизации АСУ ТП.	Лекции
3.Владеть основами настроек рабочих проектов в системах прикладного программирования с учетом особенностей ресурсов целевых платформ.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
4.Знать концепции построения систем и комплексов прикладного программирования промышленных контроллеров на примере CoDeSys, ISaGRAF, OpenPCS.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ПК.7.з2 знать принципы построения и организации систем управления на базе промышленных контроллеров	
5.Иметь представление о принципах построения протоколов передачи данных для сетей нижних уровней (SensorBUS и FieldBUS) на примере протоколов HART, ASI, DeviceNET, Profibus-DP, средних уровней (CellNet) Modbus (RTU), Profibus, верхних уровней (AreaNet) Ethernet, особенностей кодировки, кадрирования, соответствия типичным задачам, построения помехозащищенных коммуникаций.	Лекции; Самостоятельная работа
6.Иметь представление об уровнях коммуникаций сетей промышленных контроллеров в соответствии с пирамидальным представлением АСУ ТП, понятия параллельной и последовательной коммуникации.	Лекции; Самостоятельная работа
7.Знать понятия абстрактной модели OSI, уровни и их взаимодействие, понятия интерфейсов и протоколов, технические характеристики физического уровня (Physical Layer) для проводных средств коммуникации (витые пары, коаксиальные кабели), методики согласования параметров, экранирования на примере проводных интерфейсов RS-232C, RS-485, оптических средств связи и радиоканалов.	Лекции; Самостоятельная работа
8.Знать сравнительные характеристики и классификацию аппаратных платформ и программного обеспечения промышленных контроллеров.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
9.Владеть принципом взаимосвязи независимых программно-аппаратных средств полевой автоматики, промышленных контроллеров с аппаратными средствами верхнего уровня на примере OPC-интерфейса.	

10. Владеть методиками оценки времени реакции промышленного контроллера в режиме сканирования, принципом аппаратной реализации контроля времени цикла, критериями и способами рациональной расстановки временных интервалов и приоритетов для выполнения MAST, FAST задач.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
11. Иметь представление о современных принципах построения аппаратных средств автоматизации, особенностях конструктивного исполнения современных промышленных контроллеров, ПЛК и промышленных компьютеров ведущих компаний.	Лекции; Самостоятельная работа
12. Иметь представление об аппаратных средствах самодиагностики промышленных контроллеров, необходимости и особенности построения рабочего цикла.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
13. Иметь представление о принципах и особенностях схемных решений основных модулей промышленных контроллеров, включая модули аналогового и дискретного ввода/вывода, гальваническую развязку и особенности применения АЦП и ЦАП.	Лекции; Самостоятельная работа
14. Знать принципы организации и архитектуру автоматизированных систем контроля и управления.	Лекции; Самостоятельная работа
15. Знать обобщенную структуру промышленного контроллера, назначение его отдельных компонент и модулей.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
16. Уметь применять методики рационального выбора промышленных контроллеров в зависимости от свойств и условий работы АСУ ТП.	Лекции; Самостоятельная работа
17. Уметь применять методики выбора конфигурации моноблочных промышленных контроллеров и отдельных модулей промышленных контроллеров модульного типа.	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.1.у8 уметь использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач	
18. Владеть принципами построения компонент организации программ (POU) проектов, задач, подпрограмм, функций и операторов, организацию систем тревог (Alarm configuration), классов и групп и их квитиование.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.1.у5 уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	
19. Знать понятия и типы данных и переменных, специфику распределения памяти, синтаксис и форматы прямой и иерархичной адресации данных по стандарту МЭК (IEC) 61131-3.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
ОПК.1.у8 уметь использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач	
20. Владеть языками программирования МЭК (IEC) 61131-3: релейной (лестничной) логики LD, функциональных блоков FBD, последовательных функциональных схем SFC, линейных инструкций IL, структурированного текста ST.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Основные понятия, виды и конфигурации промышленных контроллеров				
1. Методики рационального выбора промышленных контроллеров в зависимости от характера технологического процесса и условий работы.	0	1	16	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
Дидактическая единица: Иерархичность систем АСУ ТП				

2. Принципы организации и архитектура автоматизированных систем контроля и управления технологическими процессами.	0	1	14, 2	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
Дидактическая единица: Стандартные компоненты аппаратных средств				
3. Сравнительные характеристики и классификация аппаратных платформ и программного обеспечения промышленных контроллеров.	0	1	8	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
4. Современные принципы и особенности конструктивного исполнения про-мышленных контроллеров, ПЛК и промышленных компьютеров	0	1	11	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
5. Обобщенная структура моноблочных и модульных промышленных контроллеров, назначение отдельных компонент и модулей.	0	1	11, 15	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
6. Современные концепции построения интерфейсов ввода / вывода с учетом проблемы помехозащищенности.	0	1	13, 16	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
7. Принципы и особенности схемных решений основных модулей промышленных контроллеров.	0	1	13	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
8. Аппаратные средства самодиагностики промышленных контроллеров, понятие рабочего цикла, его необходимость и особенность реализации.	0	1	12	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
9. Понятия MAST, FAST задач проекта. Критерии и способы рациональной расстановки приоритетов и временных интервалов для выполнения задач проекта различных классов.	0	1	10, 18, 3	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
10. Время реакции промышленного контроллера в режиме сканирования, принцип аппаратной реализации контроля времени цикла.	0	1	10	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
Дидактическая единица: Языки программирования стандарта МЭК 61131				
11. Языки программирования МЭК 61131-3: релейная (лестничная) логика LD и функциональные блоки FBD.	0	2	20, 3	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
12. Языки программирования МЭК 61131-3: структурированный текст ST и язык линейных инструкций IL.	0	2	20, 3	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
13. Языки программирования МЭК 61131-3: последовательные функциональные схемы SFC.	0	2	20, 3	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.

Дидактическая единица: Инструменты программирования и средства коммуникации промышленных контроллеров				
14. Стандарт МЭК (IEC) 61131-3. Системное и прикладное программное обеспечение промышленных контроллеров.	0	2	1	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
15. Концепции построения систем прикладного программирования промышленных контроллеров на примере CoDeSys, ISaGRAF, OpenPCS.	0	2	4	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
16. Типы данных и переменных, распределение памяти, синтаксис и форматы прямой и иерархичной адресации данных согласно МЭК 61131-3.	0	2	19	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
17. Принципы построения компонент организации программ (POU) проектов. Задачи, подпрограммы, функции и операторы, конфигурирование задач и управление POU.	0	2	18	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
18. Организация систем тревог (Alarm configuration), классов и групп и их квитирование.	0	1	18	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
19. Отладка и сохранение в память промышленного контроллера готовых проектов, создание пользовательских экранных форм.	0	1	18, 3	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
Дидактическая единица: Средства коммуникации промышленных контроллеров				
20. Уровни коммуникаций сетей промышленных контроллеров в соответствии с абстрактной моделью OSI и пирамидальным представлением АСУ ТП.	0	1	6, 7	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
21. Технические характеристики физического уровня (Physical Layer), методики согласования параметров на примере проводных интерфейсов RS-232C, RS-485, оптических средств связи и радиоканалов.	0	1	5, 6	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
22. Принципы построения протоколов передачи данных для сетей нижних уровней (SensorBUS, FieldBUS) на примере HART, DeviceNET, ASI, Profibus-DP, особенности кодировки и соответствие задачам АСУ ТП.	0	1	5	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.

23. Принципы построения протоколов передачи данных для сетей средних (CeLLNet) на примере Modbus (RTU), Profibus, и верхних уровней (AreaNet) Ethernet, соответствия типичным задачам АСУ ТП.	0	1	5	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
---	---	---	---	---

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Языки программирования стандарта МЭК 61131				
1. Изучение типов переменных и форматов адресации устройств для моноблочных и модульных ПЛК со-гласно МЭК 61131-3.	2	4	1, 12, 15, 17, 19	Под руководством преподавателя студенты изучают особенности стандарта МЭК 61131-3 на примере типов переменных и форматов адресации устройств.
2. Построение ROU, написание компонент и программ на языках IL, ST, FBD, SFC, LD стандарта МЭК 61131-3 в средах CoDeSys, Infoteam OpenPCS.	2	6	1, 18, 19, 20, 4	Под руководством преподавателя студенты изучают языки программирования стандарта МЭК 61131.

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				
Дидактическая единица: Основные понятия, виды и конфигурации промышленных контроллеров				
1. Конфигурирование задач MAST, FAST и управление ROU, организация систем классов и групп тревог (Alarm configuration), и их квитирование.	2	2	1, 10, 12, 3, 4	Под руководством преподавателя студенты изучают принципы управление ROU, конфигурирование задач и создание систем классов и групп тревог.
2. Изучение типов переменных и форматов адресации устройств для моноблочных и модульных ПЛК согласно МЭК 61131-3.	2	2	1, 12, 15, 17, 19, 4	Под руководством преподавателя студенты изучают особенности стандарта МЭК 61131-3 на примере типов переменных и форматов адресации устройств.
Дидактическая единица: Стандартные компоненты аппаратных средств				
3. Настройки рабочих проектов в системах прикладного программирования с учетом особенностей ресурсов целевых платформ. Target-файлы.	2	2	12, 3, 8	Под руководством преподавателя студенты изучают настройки рабочих проектов в среде программирования ПЛК: CoDeSys, Infoteam OpenPCS.
Дидактическая единица: Языки программирования стандарта МЭК 61131				

5. Построение POU, написание компонент и программ на языках IL, ST, FBD, SFC, LD стандарта МЭК 61131-3 в средах CoDeSys, Infoteam OpenPCS.	2	2	1, 18, 19, 20, 4	Под руководством преподавателя студенты изучают языки программирования стандарта МЭК 61131.
Дидактическая единица: Инструменты программирования и средства коммуникации промышленных контроллеров				
4. Создание ресурсов, POU и рабочих проектов в средах CoDeSys, Infoteam OpenPCS.	0	2	18, 3, 4	Под руководством преподавателя студенты совершенствуют навыки работы в среде программирования ПЛК: CoDeSys, Infoteam OpenPCS.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 8				
1	РГЗ	1, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 3	52	4
Студенты должны выполнить расчетно-графическое задание, связанное с разработкой программы нижнего уровня автоматизации для промышленного контроллера, обеспечивающего функционирование электротехнологического комплекса на базе предложенной электротермической установки. В процессе выполнения работы необходимо: описать технологический процесс, осуществляемый на электротехнологическом комплексе; составить спецификацию датчиков, исполнительных механизмов, коммутационной аппаратуры и т.п., входящих в электротехнологический комплекс, с краткой характеристикой их работы; создать таблицу сигналов; выбрать промышленный контроллер из номенклатуры предоставляемой фирмой SIEMENS - спецификацию необходимых для автоматизации работы электротехнологического комплекса модулей корзины контроллера (с указанием заказных номеров); описать алгоритм функционирования исполнительных механизмов входящих в электротехнологический комплекс; разработать программы нижнего уровня АСУ электротехнологическим комплексом.: Чередниченко М. В. Правила оформления отчетной учебной документации [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / М. В. Чередниченко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000161907. - Загл. с экрана. Дворцовой А. И. Технические средства автоматизации [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. И. Дворцовой ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000174173. - Загл. с экрана. Мятёж С. В. Промышленные контроллеры [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / С. В. Мятёж ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179601. - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	1, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 4, 5, 6, 7, 8	40	0

Для успешного усвоения курса и более эффективного использования аудиторного времени предполагается, что студент затрачивает на повторение материалов лекций и изучение методических материалов, а также подготовку заготовки отчета перед каждым лабораторным занятием - не менее 5 часов, а перед каждым практическим занятием - не менее 3 часов, перед каждой лекцией - не менее 1 часа.: Промышленные контроллеры : методические указания к лабораторным работам для 5 курса специальности 220301 - Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Мятёж]. - Новосибирск, 2012. - 44, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000170949 Дворцовой А. И. Технические средства автоматизации [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. И. Дворцовой ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000174173. - Загл. с экрана. Мятёж С. В. Промышленные контроллеры [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / С. В. Мятёж ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179601. - Загл. с экрана.

3	Подготовка к аттестации	1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 4, 5, 6, 7, 8	30	2
---	-------------------------	---	----	---

На подготовку к зачету студент должен потратить не менее 30 часов самостоятельной работы.: Промышленные контроллеры : методические указания к лабораторным работам для 5 курса специальности 220301 - Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Мятёж]. - Новосибирск, 2012. - 44, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000170949 Дворцовой А. И. Технические средства автоматизации [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. И. Дворцовой ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000174173. - Загл. с экрана. Мятёж С. В. Промышленные контроллеры [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / С. В. Мятёж ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179601. - Загл. с экрана.

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Портал НГТУ
Консультирование	e-mail; Портал НГТУ
Контроль	e-mail
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ; ЭБС

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 8		
<i>Лекция:</i>	7	15

Лабораторная:	5	10
Практические занятия:	10	20
РГЗ:	18	35
Зачет:	10	20

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Зачет
ОПК.1	у5. уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	+	+
	у8. уметь использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач	+	+
ПК.7	з2. знать принципы построения и организации систем управления на базе промышленных контроллеров	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

- Дворцовой А. И. Технические средства автоматизации [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. И. Дворцовой ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000174173. - Загл. с экрана.
- Программирование технологических контроллеров в среде Unity : учебное пособие / [А. В. Суворов и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 205, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000226292
- Конюх В. Л. Компьютерная автоматизация производства. Ч. 2 : учебное пособие / В. Л. Конюх ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 146, [1] с. : ил., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000064745
- Медведев М. Ю. Программирование промышленных контроллеров : [учебное пособие для студентов-магистров техники и технологии по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии"] / М. Ю. Медведев, В. Х. Пшихопов. - Санкт-Петербург [и др.], 2011. - 287 с. : ил.
- Мятеж С. В. Промышленные контроллеры [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / С. В. Мятеж ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179601. - Загл. с экрана.
- Шандров Б. В. Технические средства автоматизации : [учебник для вузов по специальности "Автоматизация машиностроительных процессов и производств (машиностроение)" направления подготовки "Автоматизированные технологии и производства"] / Б. В. Шандров, А. Д. Чудаков. - М., 2007. - 361 с. : ил., табл.

Дополнительная литература

- Беляев Г. Б. Технические средства автоматизации в теплоэнергетике : [учебное пособие для вузов по специальности "Автоматизация теплоэнергетических процессов"] / Г. Б. Беляев, В. Ф. Кузищин, Н. И. Смирнов. - М., 1982. - 319, [1] с. : ил., табл.
- Николайчук О. И. Современные средства автоматизации : практические решения / О. И. Николайчук. - М., 2006. - 246, [1] с. : табл., ил.

3. Технические средства для автоматизации контроля, регулирования и управления в производственных технологических процессах. Ч. 1 : номенклатурный каталог / НИИ информации и экономики (ИНФОРМПРИБОР). - М., 1993. - 120 с.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Промышленные контроллеры : методические указания к лабораторным работам для 5 курса специальности 220301 - Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. С. В. Мятёж]. - Новосибирск, 2012. - 44, [3] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000170949
2. Чередниченко М. В. Правила оформления отчетной учебной документации [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / М. В. Чередниченко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000161907. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 SCADA система WinCC RC1024
- 2 SIMATIC

9. Материально-техническое обеспечение

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Лаб.стенд по исследованию сложного теплообмена в вак.-компрес. установке	Учебный процесс
2	Лаб.стенд по исследованию нестационарной теплопередачи	Учебный процесс
3	Авт. лаб.стенд по исследованию режимов нагрева в индуктив. тигел.электропечи	учебный процесс
4	Лаб.стенд по исследованию режимов нагрева насыпной загрузки	Учебный процесс
5	Авт.лаб.стенд по исследованию режимов управления камерной электропечью сопротивления	учебный процесс
6	Комплект мультимедийного оборудования для лаборатории	Учебный процесс

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированных электротехнологических установок

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФМА
к.т.н., доцент М.Е. Вильбергер
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Программирование промышленных контроллеров

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электротехника, электромеханика и электротехнологии

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Программирование промышленных контроллеров приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.1 способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	у5. уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	Конфигурирование задач MAST, FAST и управление ROU, организация систем классов и групп тревог (Alarm configuration), и их квитирование. Концепции построения систем прикладного программирования промышленных контроллеров на примере CoDeSys, ISaGRAF, OpenPCS. Настройки рабочих проектов в системах прикладного программирования с учетом особенностей ресурсов целевых платформ. Target-файлы. Отладка и запись готовых проектов в память ПЛК LESI и OWEN. Отладка и сохранение в память промышленного контроллера готовых проектов, создание пользовательских экранных форм. Понятия MAST, FAST задач проекта. Критерии и способы рациональной расстановки приоритетов и временных интервалов для выполнения задач проекта различных классов. Принципы организации и архитектура автоматизированных систем контроля и управления технологическими процессами. Стандарт МЭК (IEC) 61131-3. Системное и прикладное программное обеспечение промышленных контроллеров. Типы данных и переменных, распределение памяти, синтаксис и форматы прямой и иерархичной адресации данных согласно МЭК 61131-3. Языки программирования МЭК 61131-3: последовательные функциональные схемы SFC. Языки программирования МЭК 61131-3: релейная (лестничная) логика LD и функциональные блоки FBD. Языки программирования	РГЗ, раздел 6	Зачет, вопросы 17-23

		МЭК 61131-3: структурированный текст ST и язык линейных инструкций IL.		
ОПК.1	у8. уметь использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач	Организация систем тревог (Alarm configuration), классов и групп и их квитирование. Построение POU, написание компонент и программ на языках IL, ST, FBD, SFC, LD стандарта МЭК 61131-3 в средах CoDeSys, Infoteam OpenPCS. Языки программирования МЭК 61131-3: структурированный текст ST и язык линейных инструкций IL.	РГЗ, раздел 6	Зачет, вопросы 24-32
ПК.7/ПТ готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	32. знать принципы построения и организации систем управления на базе промышленных контроллеров	Аппаратные средства самодиагностики промышленных контроллеров, понятие рабочего цикла, его необходимость и особенность реализации. Время реакции промышленного контроллера в режиме сканирования, принцип аппаратной реализации контроля времени цикла. Изучение типов переменных и форматов адресации устройств для моноблочных и модульных ПЛК со-гласно МЭК 61131-3. Конфигурирование задач MAST, FAST и управление POU, организация систем классов и групп тревог (Alarm configuration), и их квитирование. Методики рационального выбора промышленных контроллеров в зависимости от характера технологического процесса и условий работы. Обобщенная структура моноблочных и модульных промышленных контроллеров, назначение отдельных компонент и модулей. Принципы и особенности схемных решений основных модулей промышленных контроллеров. Принципы построения протоколов передачи данных для сетей нижних уровней (SensorBUS, FieldBUS) на примере HART, DeviceNET, ASI, Profibus-DP, особенности кодировки и соответствие задачам АСУ ТП. Принципы построения протоколов передачи данных для сетей средних (CeLLNet) на примере Modbus (RTU), Profibus, и верхних уровней (AreaNet) Ethernet, соответствия типичным задачам АСУ ТП. Сравнительные	РГЗ, разделы 4, 6	Зачет, вопросы 1-16, 33-43

		характеристики и классификация аппаратных платформ и программного обеспечения промышленных контроллеров. Технические характеристики физического уровня (Physical Layer), методики согласования параметров на примере проводных интерфейсов RS-232C, RS-485, оптических средств связи и радиоканалов. Уровни коммуникаций сетей промышленных контроллеров в соответствии с абстрактной моделью OSI и пирамидальным представлением АСУ ТП.		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 8 семестре – в форме зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ПК.7/ПТ.

Зачет проводится в письменной форме, по билетам. Каждый билет включает два теоретических вопроса.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 8 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ПК.7/ПТ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт зачета

по дисциплине «Программирование промышленных контроллеров», 8 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по билетам. Каждый билет включает в себя два теоретических вопроса, которые выбираются из общего перечня вопросов, приведенных в п.4. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п.4).

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № 1

к зачету по дисциплине «Программирование промышленных контроллеров»

1. Понятие промышленного контроллера, назначение, конструкции, принцип работы, предъявляемые требования.
2. Языки программирования промышленных контроллеров по международному стандарту IEC 61131-3.

Утверждаю: зав. кафедрой АЭТУ _____ А.И. Алиферов
(подпись) (Дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на зачетный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *менее 10 баллов*.
- Ответ на зачетный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *10 - 12 баллов*.
- Ответ на зачетный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, оценка составляет *13 - 16 баллов*.
- Ответ на зачетный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить

количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет 17 - 20 баллов.

3. Шкала оценки

Работа студента по дисциплине оценивается по балльно-рейтинговой системе. Работа в семестре до 80 баллов, зачет до 20 баллов. В таблице 1 приводится максимальное количество баллов по каждому виду работ в семестре, в том числе за зачет.

Таблица 1

Вид работы	Количество	Количество баллов
Лекция	10	1
Практическое занятие	5	4
Лабораторное занятие	4	5
Расчетно-графическое задание – выполнение – защита	1	30: 10 20
Итого	$10 \times 1 + 5 \times 4 + 4 \times 5 + 1 \times 30 = 80$	
Зачет	В билете 2 теоретических вопроса, максимум по 10 баллов за каждый ответ	

В таблице 2 приводится соответствие процентного отношения к максимальному количеству баллов для различных видов работ уровням сформированности компетенций.

Таблица 2

Уровни сформированности компетенций	Процент от максимального количества баллов
Пороговый	50
Базовый	70
Продвинутый	100

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Программирование промышленных контроллеров»

1. Понятие промышленного контроллера, назначение, конструкции, принцип работы, предъявляемые требования.
2. Классификация промышленных контроллеров, иерархия и место в автоматизированной системе управления технологическими процессами
3. Уровни автоматизации технологических процессов, состав уровней, решаемые задачи, предъявляемые требования к техническим устройствам автоматизации и программному обеспечению
4. Основные технические и эксплуатационные характеристики современных промышленных контроллеров, коммуникационные возможности, классификация аппаратных платформ и программного обеспечения, примеры
5. Методики рационального выбора промышленных контроллеров в зависимости от характера технологического процесса и условий работы
6. Обобщенная структура моноблочных и модульных промышленных контроллеров, назначение отдельных компонент и модулей
7. Каналы ввода / вывода промышленных контроллеров: понятие локального, расширенного и удаленного канала ввода / вывода
8. Техническая реализация модулей промышленных контроллеров. Модули питания: схемные решения, состав, характеристики, схемы подключения

9. Диаграмма и классификация модулей промышленных контроллеров, их конструкции, назначение и основные характеристики. Гальваническая развязка: необходимость, принципы реализации

10. Процессорный модуль: назначение, характеристики, иерархия, типовой состав вспомогательных элементов

11. Модули дискретного ввода: назначение, классификации, основные схемные решения, характеристики, принцип работы, схемы подключения

12. Модули дискретного вывода: назначение, классификации, основные схемные решения, характеристики, принцип работы, схемы подключения

13. Модули аналогового ввода: назначение, классификации, основные схемные решения, характеристики, принцип работы, схемы подключения

14. Модули аналогового вывода: назначение, классификации, основные схемные решения, характеристики, принцип работы, схемы подключения

15. Модули связи, прерывания, позиционирования, ПИД - регулирования. Назначения, классификации, характеристики, принципы работы

16. Аппаратные средства самодиагностики промышленных контроллеров, понятие рабочего цикла, его необходимость и особенность реализации

17. Принцип аппаратной реализации контроля времени цикла промышленных контроллеров, время реакции в режиме сканирования

18. Средства рационального выполнения промышленным контроллером прикладных задач с различными приоритетами в составе единого проекта. Понятия EVENT, MAST, FAST задач

19. Программное обеспечение промышленных контроллеров. Системное и прикладное программное обеспечение. Минимальные и рекомендуемые инструментальные средства

20. Языки программирования промышленных контроллеров по международному стандарту IEC 61131-3

21. Типы и формат переменных в программах для промышленных контроллеров. Глобальные и локальные переменные. Примеры адресации каналов входов / выходов

22. Понятие рабочего цикла программ для промышленных контроллеров. Режимы работы, время рабочего цикла и время реакции промышленных контроллеров

23. Классы и структура задач проектов, выполняемых промышленным контроллером. Приоритеты

24. Язык структурированного текста, достоинства, назначение, управляющие конструкции. Примеры составления проекта

25. Язык лестничных диаграмм, достоинства, назначение, элементы языка, порядок выполнения. Примеры составления проекта

26. Язык последовательных инструкций, достоинства, назначение, особенности, порядок выполнения. Примеры составления проекта

27. Язык функционально-блочных диаграмм, достоинства, назначение, элементы языка, порядок выполнения. Примеры составления проекта

28. Упрощенный язык последовательных функциональных схем, состав элементов, назначение, различия параллельных и альтернативных ветвей, понятия шагов и действий, порядок выполнения. Примеры составления проекта

29. Стандартный язык последовательных функциональных схем, состав элементов, назначение, понятия шагов, действий и привязок, классификаторы, порядок выполнения. Примеры составления проекта

30. Необходимость сочетания языков лестничных и функционально-блочных диаграмм, последовательных функциональных схем и структурированного текста. Примеры составления проекта

31. Сравнения языков программирования промышленных контроллеров, создание и вызов ROU на разных языках. Примеры

32. Прикладное программное обеспечение для промышленных контроллеров. Управление задачами: необходимость и принцип использования настроек, и их конфигурирование с учетом рабочего цикла

33. Организация систем тревог в создаваемом проекте для промышленных контроллеров. Классы и группы тревог

34. Управление настройками среды программирования промышленных контроллеров. Необходимость подключения дополнительных библиотек, изменения настроек аппаратной платформы, конфигурация аппаратных средств

35. Коммуникация промышленных контроллеров. Модули связи. Понятие интерфейсов и протоколов

36. Промышленные сети, общая характеристика, параллельная и последовательная коммуникация, уровни, общие требования, области применения

37. Интерфейсы RS-232C, RS-485, построение, характеристики, возможности для связи промышленных контроллеров

38. Проводные и беспроводные средства связи, конструкции, достоинства и недостатки

39. Протоколы нижнего уровня SensorBUS, основные требования, решаемые задачи, характеристики, режимы, топология связи

40. Протоколы уровня FieldBUS, основные требования, решаемые задачи, характеристики, режимы, топология связи

41. Многоуровневая модель OSI - ISO, необходимость иерархии уровней. Предпосылки применения OPC интерфейса.

42. Протоколы среднего уровня Modbus (RTU), Profibus, основные требования, решаемые задачи, характеристики, режимы, топология связи

43. Протоколы верхнего уровня Ethernet, основные требования, решаемые задачи, характеристики, режимы, топология связи

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Программирование промышленных контроллеров», 8 семестр

1. Методика оценки

Студенты должны выполнить расчетно-графическое задание, связанное с разработкой программы нижнего уровня автоматизации для промышленного контроллера, обеспечивающего функционирование электротехнологического комплекса на базе предложенной электротермической установки.

Разделы пояснительной записки РГЗ

1. Описание технологического процесса, осуществляемого на электротехнологическом комплексе.
2. Спецификация датчиков, исполнительных механизмов, коммутационной аппаратуры и т.п., входящих в электротехнологический комплекс, с краткой характеристикой их работы.
3. Таблица сигналов.
4. Выбор промышленного контроллера из номенклатуры предоставляемой фирмой SIEMENS – спецификация необходимых для автоматизации работы электротехнологического комплекса модулей корзины контроллера (с указанием заказных номеров).
5. Описание алгоритма функционирования исполнительных механизмов входящих в электротехнологический комплекс.
6. Разработка программы нижнего уровня АСУ электротехнологическим комплексом.

Пояснительная записка выполняется на листах формата А4 в машинописном виде (шрифт Times New Roman, 14).

РГЗ сдается на проверку с 9 по 10 учебные недели.

Оценивается правильность и полнота выполнения разделов РГЗ и защита.

Защита РГЗ осуществляется по теоретической и практической части, которые студенты прорабатывают при ее выполнении.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ: отсутствует описание технологического процесса, спецификация датчиков и исполнительных механизмов с описанием их работы, таблица сигналов, состав модулей корзины промышленного контроллера, отсутствует описание алгоритма функционирования исполнительных механизмов, не разработана программа для промышленного контроллера, вопросы для защиты РГЗ не раскрыты, оценка составляет менее 15 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: спецификация датчиков и исполнительных механизмов сформирована неверно или отсутствует краткая характеристика их работы, таблица сигналов сформирована с ошибками и, как следствие, с ошибками определен состав модулей корзины промышленного контроллера, алгоритмы функционирования исполнительных

механизмов содержат грубые ошибки, программа для промышленного контроллера не отлажена на симуляторе, вопросы для защиты РГЗ раскрыты не полностью, оценка составляет 15 - 20 баллов

- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если части РГЗ выполнены полностью: описан технологический процесс, спецификация датчиков и исполнительных механизмов сформирована правильно и содержит характеристику их работы, таблица сигналов и состав модулей корзины промышленного контроллера имеют незначительные недочеты, разработанная программа для промышленного контроллера отлажена на симуляторе, вопросы на защите РГЗ раскрыты полностью, но с неточностями, оценка составляет 21 - 28 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если части РГЗ выполнены полностью: описан технологический процесс, спецификация датчиков и исполнительных механизмов сформирована правильно и содержит характеристику их работы, таблица сигналов и состав модулей корзины промышленного контроллера сформированы правильно при этом предложены не только параллельные, но и последовательные способы коммуникации исполнительных механизмов с контроллером, разработанная программа для промышленного контроллера отлажена на симуляторе и имеет оригинальные решения, вопросы на защите РГЗ раскрыты полностью, оценка составляет 29 - 35 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы.

В процессе обучения по дисциплине студент может набрать 80 баллов за работу в семестре и 20 баллов за зачет. В таблице 1 приводится максимальное количество баллов по каждому виду работ в семестре.

Таблица 1

Вид работы	Количество	Количество баллов
Лекция	15	1
Практическое занятие	5	4
Лабораторное занятие	2	5
Расчетно-графическое задание – выполнение – защита	1	35: 15 20
Итого	$15 \times 1 + 5 \times 4 + 2 \times 5 + 1 \times 35 = 80$	
Зачет	В билете 2 теоретических вопроса, максимум по 10 баллов за каждый ответ	

В таблице 2 приводится соответствие пятибалльной системы и процентного отношения к максимальному количеству баллов БРС.

Таблица 2

Оценка по пятибалльной системе	Процент от максимального количества баллов
3	50
3+	65
4	75
4+	85
5	100

4. Примерный перечень тем РГЗ

Примерные темы расчетно-графического задания:

1. Разработать программу нижнего уровня автоматизации для промышленного контроллера, обеспечивающего функционирование электротехнологического комплекса на базе шахтной электропечи США-5.7,5/7.

2. Разработать программу нижнего уровня автоматизации для промышленного контроллера, обеспечивающего функционирование электротехнологического комплекса на базе электропечи с выдвижным подом СДО-28.56.20/12-40-Н1.

3. Разработать программу нижнего уровня автоматизации для промышленного контроллера, обеспечивающего функционирование электротехнологического комплекса на базе шахтной электропечи СШЗ-6.6/7.

4. Разработать программу нижнего уровня автоматизации для промышленного контроллера, обеспечивающего функционирование электротехнологического комплекса на базе толкательной электропечи СТЗ-5.40.5/10-Б2.

5. Разработать программу нижнего уровня автоматизации для промышленного контроллера, обеспечивающего функционирование электротехнологического комплекса на базе карусельной электропечи САЗ-21.11.3/12.

6. Разработать программу нижнего уровня автоматизации для промышленного контроллера, обеспечивающего функционирование электротехнологического комплекса на базе барабанной электропечи СБЦ-6.24/10-2.

7. Разработать программу нижнего уровня автоматизации для промышленного контроллера, обеспечивающего функционирование электротехнологического комплекса на базе колпаковой электропечи СГЗ-16.16/7.

8. Разработать программу нижнего уровня автоматизации для промышленного контроллера, обеспечивающего функционирование электротехнологического комплекса на базе камерной электропечи СНЗ-4.8.2,5/10.

9. Разработать программу нижнего уровня автоматизации для промышленного контроллера, обеспечивающего функционирование электротехнологического комплекса на базе электропечи с пульсирующим подом СИЗ-6.40.1/9.

10. Разработать программу нижнего уровня автоматизации для промышленного контроллера, обеспечивающего функционирование электротехнологического комплекса на базе барабанной электропечи СБЗ-4.25/9.

11. Разработать программу нижнего уровня автоматизации для промышленного контроллера, обеспечивающего функционирование электротехнологического комплекса на базе толкательной электропечи СТЦА-10.100.5/36Л.

12. Разработать программу нижнего уровня автоматизации для промышленного контроллера, обеспечивающего функционирование электротехнологического комплекса на базе камерной электропечи СНО-7.6.3.10/6.

13. Разработать программу нижнего уровня автоматизации для промышленного контроллера, обеспечивающего функционирование электротехнологического комплекса на базе толкательной электропечи СТЗ-5.60.5/7.

14. Разработать программу нижнего уровня автоматизации для промышленного контроллера, обеспечивающего функционирование электротехнологического комплекса на базе ручьевой электропечи СЯЗА-0,4.35.1,9.12/3.5.

15. Разработать программу нижнего уровня автоматизации для промышленного контроллера, обеспечивающего функционирование электротехнологического комплекса на базе конвейерной электропечи СКЗ-4.30.1/19.

16. Разработать программу нижнего уровня автоматизации для промышленного контроллера, обеспечивающего функционирование электротехнологического комплекса на базе толкательной электропечи СТО-5.60.5/3.

17. Разработать программу нижнего уровня автоматизации для промышленного контроллера, обеспечивающего функционирование электротехнологического комплекса на базе конвейерной электропечи СКЗА-10.40.1/17.

18. Разработать программу нижнего уровня автоматизации для промышленного контроллера, обеспечивающего функционирование электротехнологического комплекса на базе рольганговой электропечи СРЗ-8.56.2/9.