

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
Промышленные контроллеры

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

Курс: 4 5, семестры : 8 9

Факультет мехатроники и автоматизации, заочная форма обучения

		Семестр	
№	Вид деятельности	8	9
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	0	4
2	Всего часов	0	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	2	16
4	Лекции, час.	2	4
5	Практические занятия, час.	0	2
6	Лабораторные занятия, час.	0	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0	3
8	Аттестация, час.	0	2
9	Консультации, час.		8
10	Самостоятельная работа, час.	0	126
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)		РГЗ
12	Вид аттестации		Э

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
Компетенция ФГОС: ПК.6 способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:
у4. уметь анализировать множество имеющихся на рынке элементов, рассчитать, выбрать и при необходимости правильно запрограммировать основные типы элементов автоматических систем для различных применений
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
Промышленные контроллеры	
ПК.7.з2 знать принципы построения и организации систем управления на базе промышленных контроллеров	
1. 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, коакси-альные кабели), методики согласования параметров, экранирования на примере проводных интерфейсов RS-232C, RS-485, оптических средств связи и радиоканалов.	Самостоятельная работа
ОПК.1.у5 уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	
2. Владеть принципом взаимосвязи независимых программно-аппаратных средств полевой автоматики, промышленных контроллеров с аппаратными средствами верхнего уровня на примере OPC-интерфейса.	Самостоятельная работа
ПК.7.з2 знать принципы построения и организации систем управления на базе промышленных контроллеров	
3. Иметь представление об уровнях коммуникаций сетей промышленных контроллеров в соответствии с пирамидальным представлением АСУ ТП, понятия параллельной и последовательной коммуникации.	Самостоятельная работа
ПК.6.у4 уметь анализировать множество имеющихся на рынке элементов, рассчитать, выбрать и при необходимости правильно запрограммировать основные типы элементов автоматических систем для различных применений	
4. 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.	Самостоятельная работа
5. Уметь применять методики выбора конфигурации моноблочных промышленных контроллеров и отдельных модулей промышленных контроллеров модульного типа.	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.7.з2 знать принципы построения и организации систем управления на базе промышленных контроллеров	

6.Знать обобщенную структуру промышленного контроллера, назначение его отдельных компонент и модулей.	Лекции; Самостоятельная работа
7.Иметь представление о прогрессивных методах эксплуатации средств технологического оснащения, автоматизации и управления производством в отрасли.	Лекции; Самостоятельная работа
8.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.	Самостоятельная работа
9.Знать принципы организации и архитектуру автоматизированных систем контроля и управления.	Лекции; Самостоятельная работа
10.Уметь выполнять построения эффективных иерархичных систем на базе промышленных контроллеров сообразно уровням автоматизации АСУ ТП.	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.6.у4 уметь анализировать множество имеющихся на рынке элементов, рассчитать, выбрать и при необходимости правильно запрограммировать основные типы элементов автоматических систем для различных применений	
11.Уметь применять методики рационального выбора промышленных контроллеров в зависимости от свойств и условий работы АСУ ТП.	Самостоятельная работа
ОПК.1.у5 уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	
12.Владеть методиками оценки времени реакции промышленного контроллера в ре-жиме сканирования, принципом аппаратной реализации контроля времени цикла, критериями и способами рациональной расстановки временных интервалов и приоритетов для выполнения MAST, FAST-задач.	Самостоятельная работа
ПК.6.у4 уметь анализировать множество имеющихся на рынке элементов, рассчитать, выбрать и при необходимости правильно запрограммировать основные типы элементов автоматических систем для различных применений	
13.Знать сравнительные характеристики и классификацию аппаратных платформ и программного обеспечения промышленных контроллеров.	Лекции; Самостоятельная работа
ОПК.1.у5 уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	
14.Знать концепции построения систем и комплексов прикладного программирования промышленных контроллеров на примере CoDeSys, ISaGRAF, OpenPCS.	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.7.32 знать принципы построения и организации систем управления на базе промышленных контроллеров	
15.Иметь представления о современных принципах построения аппаратных средств автоматизации, особенностях конструктивного исполнения современных промышленных контроллеров, ПЛК и промышленных компьютеров ведущих компаний.	Лекции; Самостоятельная работа
16.Иметь представление об аппаратных средствах самодиагностики промышленных контроллеров, необходимости и особенности построения рабочего цикла.	Самостоятельная работа
ОПК.1.у5 уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	
17.Иметь представление о понятиях системного и прикладного программного обеспечения промышленных контроллеров, открытой системы стандарт МЭК (IEC) 61131-3.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
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.	Практические занятия; Самостоятельная работа
19.Владеть основами настроек рабочих проектов в системах прикладного программирования с учетом особенностей ресурсов целевых платформ.	Самостоятельная работа
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.	Практические занятия; Самостоятельная работа

21. Знать понятия и типы данных и переменных, специфику распределения памяти, синтаксис и форматы прямой и иерархичной адресации данных по стандарту МЭК (IEC) 61131-3.	Практические занятия; 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: Промышленные контроллеры в составе автоматизированных систем управления технологическими процессами				
2. Принципы организации и архитектура автоматизированных систем контроля и управления технологическими процессами.	0	1	10, 9	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
Дидактическая единица: Аппаратные средства промышленных контроллеров				
4. Современные принципы и особенности конструктивного исполнения промышленных контроллеров, ПЛК и промышленных компьютеров.	0	1	15	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
Семестр: 9				
Дидактическая единица: Промышленные контроллеры в составе автоматизированных систем управления технологическими процессами				
1. Методики рационального выбора промышленных контроллеров в зависимости от характера технологического процесса и условий работы.	0	1	5, 7	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
3. Сравнительные характеристики и классификация аппаратных платформ и программного обеспечения промышленных контроллеров.	0	1	13	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
Дидактическая единица: Аппаратные средства промышленных контроллеров				
5. Обобщенная структура моноблочных и модульных промышленных контроллеров, назначение отдельных компонент и модулей.	0	1	15, 6	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.
Дидактическая единица: Инструменты программирования промышленных контроллеров				
14. Стандарт МЭК (IEC) 61131-3. Системное и прикладное программное обеспечение промышленных контроллеров.	0	1	17	Студенты формируют конспект лекции, задают вопросы.

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 9				
Дидактическая единица: Инструменты программирования промышленных контроллеров				

3. Построение POU, написание компонент и программ на языках IL, ST, FBD, SFC, LD стандарта МЭК 61131-3 в средах CoDeSys, Infoteam OpenPCS.	3	2	14, 17, 18, 20, 21	Под руководством преподавателя студенты изучают языки программирования стандарта МЭК 61131.
--	---	---	--------------------	---

Таблица 3.3

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 9				
Дидактическая единица: Аппаратные средства промышленных контроллеров				
1. Изучение типов переменных и форматов адресации устройств для моно-блочных и модульных ПЛК согласно МЭК 61131-3.	0	10	11, 14, 16, 17, 21, 6	Студенты самостоятельно изучают особенности стандарта МЭК 61131-3 на примере типов переменных и форматов адресации устройств.
6. Современные концепции построения интерфейсов ввода / вывода с учетом проблемы помехозащищенности.	0	1	5, 8	Студенты самостоятельно изучают теоретический материал.
7. Принципы и особенности схемных решений основных модулей промышленных контроллеров.	0	2	8	Студенты самостоятельно изучают теоретический материал.
8. Аппаратные средства самодиагностики промышленных контроллеров, понятие рабочего цикла, его необходимость и особенность реализации.	0	2	16	Студенты самостоятельно изучают теоретический материал.
9. Понятия MAST, FAST задач проекта. Критерии и способы рациональной расстановки приоритетов и временных интервалов для выполнения задач проекта различных классов.	0	2	12, 18, 19	Студенты самостоятельно изучают теоретический материал.
10. Время реакции промышленного контроллера в режиме сканирования, принцип аппаратной реализации контроля времени цикла.	0	2	12	Студенты самостоятельно изучают теоретический материал.
Дидактическая единица: Инструменты программирования промышленных контроллеров				
2. Создание ресурсов, POU и рабочих проектов в средах CoDeSys, Infoteam OpenPCS.	0	10	14, 18, 19	Студенты самостоятельно совершенствуют навыки работы в среде программирования ПЛК: CoDeSys, Infoteam OpenPCS.
11. Языки программирования МЭК 61131-3: релейная (лестничная) логика LD и функциональные блоки FBD.	0	2	19, 20	Студенты самостоятельно изучают теоретический материал.
12. Языки программирования МЭК 61131-3: структурированный текст ST и язык линейных инструкций IL.	0	2	19, 20	Студенты самостоятельно изучают теоретический материал.

13. Языки программирования МЭК 61131-3: последовательные функциональные схемы SFC.	0	2	19, 20	Студенты самостоятельно изучают теоретический материал.
15. Концепции построения систем прикладного программирования промышленных контроллеров на примере CoDeSys, ISaGRAF, OpenPCS.	0	2	14	Студенты самостоятельно изучают теоретический материал.
16. Типы данных и переменных, распределение памяти, синтаксис и форматы прямой и иерархичной адресации данных согласно МЭК 61131-3.	0	2	21	Студенты самостоятельно изучают теоретический материал.
17. Принципы построения компонент организации программ (POU) проектов. Задачи, подпрограммы, функции и операторы, конфигурирование задач и управление POU.	0	2	18	Студенты самостоятельно изучают теоретический материал.
18. Организация систем тревог (Alarm configuration), классов и групп и их квитирование.	0	2	18	Студенты самостоятельно изучают теоретический материал.
19. Отладка и сохранение в память промышленного контроллера готовых проектов, создание пользовательских экранных форм.	0	1	18, 19	Студенты самостоятельно изучают теоретический материал.
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	1, 3	Студенты самостоятельно изучают теоретический материал.
21. Технические характеристики физического уровня (Physical Layer), методики согласования параметров на примере проводных интерфейсов RS-232C, RS-485, оптических средств связи и радиоканалов.	0	2	3, 4	Студенты самостоятельно изучают теоретический материал.
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	2	4	Студенты самостоятельно изучают теоретический материал.
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	2	4	Студенты самостоятельно изучают теоретический материал.

24. Технология взаимосвязи независимых программно-аппаратных средств поле-вой автоматики, промышленных контроллеров с аппаратными средствами верхнего уровня на примере OPC-интерфейса. Организация взаимосвязи приложений промышленных контроллеров и SCADA-систем верхнего уровня.	0	2	2	Студенты самостоятельно изучают теоретический материал.
--	---	---	---	---

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 9				
1	РГЗ	10, 11, 17, 18, 19, 2, 20, 21, 4, 5	43	6
Студенты должны выполнить расчетно-графическое задание, связанное с разработкой схемы автоматизации предлагаемой электротехнологической установки, а также составить спецификацию оборудования, которое предполагается использовать. В процессе выполнения работы необходимо: разработать структуру системы автоматизации и описать ее работу; сформировать комплекс технических средств необходимых для автоматизации режима работы установки (первичные преобразователи, вторичные преобразователи, промышленный контроллер, исполнительные механизмы, промежуточные реле) и привести их основные технические характеристики; создать схему автоматизации; создать спецификацию оборудования. На выполнение РГЗ студенту потребуется как минимум 43 часа самостоятельной работы. : 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. 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.				
2	Подготовка к занятиям	1, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 21, 3, 4, 6, 7, 8, 9	10	0

Для успешного усвоения материалов лекций и более эффективного использования аудиторного времени предполагается, что студент перед каждой лекцией тратит не менее 2 часов на повторение пройденного материала и перед каждым практическим занятием - не менее 6 часов на изучение методических материалов и подготовку заготовки отчета.: 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, 13, 14, 15, 16, 17, 21, 3, 4, 6, 7, 8, 9	20	2
---	-------------------------	---	----	---

На подготовку к экзамену студент должен потратить не менее 20 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.

4	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 19, 2, 20, 21, 3, 4, 5, 6, 8	53	0
---	---	--	----	---

Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.3 : 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 выставить оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Подробная информация о БРС приводится в Приложении №3 к рабочей программе.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 9		
<i>Лекция:</i>	2	4
<i>Практические занятия:</i>	3	6
<i>РГЗ:</i>	25	50
<i>Экзамен:</i>	20	40

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	Экзамен
ОПК.1	у5. уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач		+
ПК.6	у4. уметь анализировать множество имеющихся на рынке элементов, рассчитать, выбрать и при необходимости правильно запрограммировать основные типы элементов автоматических систем для различных применений	+	+
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

1. 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.
2. 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.
3. 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.

4. 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
5. 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.

Дополнительная литература

1. 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.
2. 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 проценсс
4	Лаб.стенд по исследованию режимов нагрева насыпной загрузки	Учебный процесс
5	Авт.лаб.стенд по исследованию режимов управления камерной электропечью сопративления	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

Промышленные контроллеры

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 Промышленные контроллеры 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	Время реакции промышленного контроллера в режиме сканирования, принцип аппаратной реализации контроля времени цикла. Организация систем тревог (Alarm configuration), классов и групп и их квитирование. Понятия MAST, FAST задач проекта. Критерии и способы рациональной расстановки приоритетов и временных интервалов для выполнения задач проекта различных классов. Принципы построения компонент организации программ (POU) проектов. Задачи, подпрограммы, функции и операторы, конфигурирование задач и управление POU. Стандарт МЭК (IEC) 61131-3. Системное и прикладное программное обеспечение промышленных контроллеров. Технология взаимосвязи независимых программно-аппаратных средств поле-вой автоматики, промышленных контроллеров с аппаратными средствами верхнего уровня на примере OPC-интерфейса. Организация взаимосвязи приложений промышленных контроллеров и SCADA-систем верхнего уровня. 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 МЭК 61131-3: структурированный текст ST и язык линейных инструкций IL.	–	Экзамен, вопросы 18-34, 42, 43

ПК.6/ПТ способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	у4. уметь анализировать множество имеющихся на рынке элементов, рассчитать, выбрать и при необходимости правильно запрограммировать основные типы элементов автоматических систем для различных применений	Изучение типов переменных и форматов адресации устройств для моно-блочных и модульных ПЛК согласно МЭК 61131-3. Методики рационального выбора промышленных контроллеров в зависимости от характера технологического процесса и условий работы. 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.	РГЗ, разделы 2, 3	Экзамен, Вопросы 5, 39, 40, 44, 45
ПК.7/ПТ готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	з2. знать принципы построения и организации систем управления на базе промышленных контроллеров	Аппаратные средства самодиагностики промышленных контроллеров, понятие рабочего цикла, его необходимость и особенность реализации. Обобщенная структура моноблочных и модульных промышленных контроллеров, назначение отдельных компонент и модулей. Принципы и особенности схемных решений основных модулей промышленных контроллеров. Принципы организации и архитектура автоматизированных систем контроля и управления технологическими процессами. Современные концепции построения интерфейсов ввода / вывода с учетом проблемы помехозащищенности. Современные принципы и особенности конструктивного исполнения промышленных контроллеров, ПЛК и промышленных компьютеров. 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.	РГЗ, разделы 2, 3	Экзамен, вопросы 1-17, 35-38, 41

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 9 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ПК.6/ПТ, ПК.7/ПТ.

Экзамен 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 9 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 дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ПК.6/ПТ, 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 экзамена

по дисциплине «Промышленные контроллеры», 9 семестр

1. Методика оценки

Экзамен 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 экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п.4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № 1

к экзамену по дисциплине «Промышленные контроллеры»

1. Понятие промышленного контроллера, назначение, конструкции, принцип работы, предъявляемые требования
2. Процессорный модуль: назначение, характеристики, иерархия, типовой состав вспомогательных элементов.

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

Дата

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *менее 20 баллов*.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *20 - 25 баллов*.
- Ответ на экзаменационный 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 *26 - 32 балла*.
- Ответ на экзаменационный 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 *33 - 40 баллов*.

3. Шкала оценки

Работа студента по дисциплине оценивается по балльно-рейтинговой системе. Работа в семестре до 60 баллов, экзамен до 40 баллов.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Промышленные контроллеры»

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. Коммуникация промышленных контроллеров. OPC сервер. Взаимодействие в АСУ ТП с использованием OPC интерфейса
43. Основы построения и настройки клиент-серверной архитектуры OPC-коммуникаций. Организация взаимосвязи приложений промышленных контроллеров и SCADA-систем верхнего уровня

44. Методики выбора рациональной топологии и конфигурации информационных сетей с учетом адаптации под особенности производства

45. Итоговые критерии оценки, перспективы развития, примеры современных обобщенных архитектур (коммуникаций) АСУТП на базе промышленных контроллеров

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Промышленные контроллеры», 9 семестр

1. Методика оценки

Студенты должны выполнить расчетно-графическое задание, связанное с разработкой схемы автоматизации предлагаемой электротехнологической установки, а также составить спецификацию оборудования, которое предполагается использовать.

Разделы пояснительной записки РГЗ

1. Структура системы автоматизации и описание ее работы.
2. Комплекс технических средств необходимых для автоматизации режима работы установки (первичные преобразователи, вторичные преобразователи, промышленный контроллер, исполнительные механизмы, промежуточные реле). Привести их основные технические характеристики.
3. Схема автоматизации.
4. Спецификация оборудования.

Пояснительная записка выполняется на листах формата А4 в машинописном виде (шрифт Times New Roman, 14). Схема автоматизации (рекомендуется распечатывать на формате А3) и спецификация оборудования выполняются в среде AutoCAD.

Оценивается правильность и полнота выполнения разделов РГР и защита.

Защита РГР 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 структура системы автоматизации, комплекс технических средств подобран неверно или его технические характеристики не соответствуют заданию, схема автоматизации выполнена неверно, спецификация оборудования не соответствует заданию, вопросы для защиты РГЗ не раскрыты, оценка составляет менее 25 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: отсутствует описание работы системы автоматизации, отсутствует описание основных технических характеристик элементов комплекса технических средств, схема автоматизации выполнена с ошибками, вопросы на защите РГЗ раскрыты не полностью, оценка составляет 25 - 33 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если части РГЗ выполнены полностью: показана структура системы автоматизации и приведено описание ее работы, комплекс технических средств подобран правильно и содержит достаточное описание технических характеристик его основных элементов, схема автоматизации выполнена с недочетами, вопросы на защите РГЗ раскрыты полностью, но с неточностями, оценка составляет 32- 40 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если части РГЗ выполнены полностью: показана структура системы автоматизации и приведено описание ее работы, комплекс технических средств подобран правильно (при этом использовано современное оборудование) и содержит достаточное описание технических

характеристик его основных элементов, схема автоматизации и спецификация выполнены правильно, вопросы на защите РГЗ раскрыты полностью, оценка составляет 41 - 50 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 60 баллов за работу в семестре и 40 баллов за экзамен. В таблице 1 приводится максимальное количество баллов по каждому виду работ в семестре.

Таблица 1

Вид работы	Количество	Количество баллов
Лекция	2	2
Практическое занятие	1	6
Расчетно-графическое задание – выполнение – защита	1	50: 20 30
Итого	$2 \times 2 + 1 \times 6 + 1 \times 50 = 60$	
Экзамен	В билете 2 теоретических вопроса, максимум по 20 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 схему автоматизации и спецификацию необходимого оборудования для шахтной однозонной электропечи сопротивления. Равномерность температуры в рабочем пространстве обеспечивается интенсивной циркуляцией газовой среды внутри электропечи. Предъявляются высокие требования по точности поддержания температуры. Необходимо предусмотреть сигнализацию отклонений температуры по 2 уровням, а также возможность сбора данных на ЭВМ.

2. Разработать схему автоматизации и спецификацию необходимого оборудования для шахтной/колпаковой электропечи сопротивления с тремя зонами нагрева и с независимым контролем температуры в трех точках. Применить трехканальное регулирование. Предъявлены высокие требования по точности поддержания температуры. Обеспечить возможность сбора данных на ЭВМ.

3. Разработать схему автоматизации и спецификацию необходимого оборудования для шахтной однозонной электропечи сопротивления. Применить одноканальное регулирование поскольку равномерность температур обеспечивается интенсивной циркуляцией газовой среды внутри печи. Предъявлены высокие требования по точности поддержания температуры и по независимому контролю температуры в трех точках печи.

Программное управление термообработкой по заданному временному графику. Обеспечить возможность сбора данных на ПЭВМ.

4. Разработать схему автоматизации и спецификацию необходимого оборудования для гальванической ванны с пароводяной стабилизацией температуры раствора электролита. Применить одноканальное регулирование поскольку равномерность температуры в электролите обеспечивается интенсивным барботажем. Предъявлены высокие требования по точности поддержания температуры. Нагрев/охлаждение электролита производится путем подачи в пристеночный теплообменник ванны пара или холодной воды, включение/отключение подачи пара или холодной воды в пристеночный теплообменник осуществляется клапанами с электромагнитными (соленоидными) приводами (220 В, 1,0 А), установленными на соответствующих трубопроводах. Обеспечить возможность сбора данных на ЭВМ.

5. Разработать схему автоматизации и спецификацию необходимого оборудования для системы бойлерного подогрева воды. Подогрев воды осуществляется в бойлере или аналогичном теплообменном аппарате проточного типа. Предъявлены высокие требования по точности поддержания температуры. Подогрев воды производится путем подачи в теплообменный аппарат горячего теплоносителя (пара или воды), регулирование расхода теплоносителя через теплообменный аппарат осуществляется двухходовым регулирующим клапаном с приводом от электродвигателя (220 В, 1,0 А). Обеспечить возможность сбора данных на ЭВМ.

6. Разработать схему автоматизации и спецификацию необходимого оборудования для камерной электропечи сопротивления. Применяется одноканальное регулирование поскольку равномерность температур обеспечивается соответствующим распределением спиралей электронагревателей во внутреннем пространстве печи. Предъявлены высокие требования по точности поддержания температуры. Электронагрев за счет коммутации нагрузки блоком силовых тиристоров. Обеспечить возможность сбора данных на ЭВМ.

7. Разработать схему автоматизации и спецификацию необходимого оборудования для камерной электропечи сопротивления. Применяется одноканальное регулирование поскольку равномерность температур обеспечивается соответствующим распределением спиралей электронагревателей во внутреннем пространстве печи и предварительным прогревом массива печи. Требования по точности поддержания температуры снижены. Электронагрев за счет коммутации нагрузки силовым электромагнитным пускателем. Обеспечить аварийную сигнализацию при обрыве датчика температуры и предусмотреть возможность сбора данных на ЭВМ.

8. Разработать схему автоматизации и спецификацию необходимого оборудования для проходной трехзонной электропечи сопротивления. Применить трехканальное регулирование. Предъявлены высокие требования по точности поддержания температур в каждой зоне. Электронагрев за счет коммутации нагрузки блоком силовых тиристоров. Обеспечить сигнализацию отклонения температуры по 2 уровням, а также предусмотреть возможность сбора данных на ЭВМ.

9. Разработать схему автоматизации и спецификацию необходимого оборудования для раздаточной электропечи сопротивления. Применить одноканальное регулирование поскольку равномерность температур обеспечивается соответствующим распределением спиралей электронагревателей относительно реторты печи. Предъявлены высокие требования по точности поддержания температуры. Электронагрев за счет коммутации нагрузки блоком силовых тиристоров. Обеспечить сигнализацию отклонения температуры по 2 уровням, аварийную сигнализацию при обрыве датчика температуры и предусмотреть возможность сбора данных на ЭВМ.

10. Разработать схему автоматизации и спецификацию необходимого оборудования для трехзонной электропечи сопротивления предназначенной для молирования стекла. Для нагрева стекла при молировании (изгибании) используются мощные спирали суммарной мощностью до 100 кВт. Теплотехнические параметры печи при условии

расположения датчиков температуры в непосредственной близости к нагревателям позволяют использовать двухпозиционное регулирование для поддержания заданной температуры. Электронагрев за счет коммутации нагрузки производится блоком силовых тиристоров. Обеспечить световую сигнализацию отклонений температур по 1 уровню в каждой зоне нагрева, аварийную сигнализацию при обрыве датчика температуры и предусмотреть возможность сбора данных на ЭВМ.