

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.11

(индекс дисциплины)

**Автоматика и автоматизация производственных процессов
целлюлозно-бумажного производства**

(Наименование дисциплины)

Кафедра:

32

Код

Автоматизация технологических процессов и производств

(Наименование кафедры)

Направление подготовки: 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки: Машины и оборудование лесного комплекса

Уровень образования: Бакалавриат

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	108		
	Аудиторные занятия	42		
	Лекции	14		
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	28		
	Самостоятельная работа	30		
	Промежуточная аттестация	36		
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	8		
	Зачет			
	Курсовая работа	8		
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		3		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная								3		
Очно-заочная										
Заочная										

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

На основании учебных планов № b150302-3_20

Кафедра-разработчик: Автоматизация технологических процессов и производств

Заведующий кафедрой: Ковалев Д.А.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Машин автоматизированных систем

Заведующий кафедрой: Александров А.В.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области автоматике и автоматизации производственных процессов целлюлозно-бумажного производства.

1.3. Задачи дисциплины

- правильно выбирать основные средства и способы автоматизации технологических процессов;
- обоснованно выполнять выбор необходимых схем автоматизации оборудования и технологического процесса;
- грамотно формулировать требования к системам автоматизации машин и оборудования ЦБП и оценивать их экономическую эффективность.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ДПК-1	Способен к целенаправленному применению базовых знаний в области физико-математических и естественных наук в профессиональной деятельности.	2,3
Планируемые результаты обучения Знать: 1) методы и средства автоматического измерения основных общепромышленных и специальных параметров в ЦБП, системы управления машинами и оборудованием ЦБП, их назначение и структуру, виды автоматизированных систем управления (АСУ) и решаемые ими задачи, структуру и виды ПТК, применяемых в ЦБП. Уметь: 1) правильно обосновывать необходимость автоматизации различных машин и оборудования ЦБП. Владеть: 1) способами изображения функциональных схем автоматизации машин и оборудования ЦБП.		
ПК-2	умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов	2, 3
Планируемые результаты обучения Знать: 1) стандартные пакеты средств автоматизированного проектирования для моделирования технологических объектов ЦБП. Уметь: 1) проводить экспериментальные исследования на технологических объектах ЦБП с целью получения их статических и динамических характеристик. Владеть: 1) способами обработки и анализа статических и динамических характеристик оборудования ЦБП.		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Гидродинамика волокнистых суспензий (ДПК-1);
- Процессы и аппараты химической технологии (ДПК-1);
- Основы теории надежности (ДПК-1);
- Основы трибологии и триботехники в оборудовании целлюлозно-бумажного производства (ДПК-1)

- Трение, износ и смазка в машинах целлюлозно-бумажного производства (ДПК-1);
- Защита от коррозии машин и оборудования целлюлозно-бумажного производства (ДПК-1)
- Надежность машин и оборудования (ПК-2)
- Основы автоматизированного проектирования оборудования целлюлозно-бумажного производства (ПК-2)
- Комплексные исследования и диагностика оборудования целлюлозно-бумажного производства (ПК-2)
- Основы проектирования целлюлозно-бумажных предприятий (ПК-2)
- Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности) (ПК-2)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Измерительные приборы и технические средства автоматизации			
Тема 1. Основные понятия о технике измерения и измерительных приборах. Способы и методы измерения. Средства измерения и их основные элементы. Понятие об информационных измерительных системах. Способы преобразования измерительной информации. Измерительные схемы автоматических устройств. Погрешности измерительных приборов.	4		
Тема 2. Измерение общепромышленных и специальных параметров в ЦБП. Методы измерения температуры. Методы измерения давления. Методы измерения уровня жидких и сыпучих материалов. Методы измерения расхода и количества жидкостей, газов и сыпучих материалов. Методы измерения линейной и угловой скорости. Методы измерения перемещений. Методы измерения состава и свойств жидкостей и газов. Автоматический контроль натяжения бумажного полотна, сетки и сукна. Методы измерения концентрации волокнистой суспензии в открытых емкостях и трубопроводах. Методы измерения степени помола волокнистой суспензии. Методы измерения влажности бумажного и картонного полотна. Методы измерения поверхностной плотности и толщины бумажного и картонного полотна.	5		
Тема 3. Технические средства автоматизации и проектирование систем автоматизации. Виды автоматизации производственных процессов. Классификация автоматических систем: контроля, регулирования, управления, защиты и блокировки. Государственная система приборов и автоматики. Электрическая аналоговая ветвь. Системы КАСКАД, АКЭСР, КОНТУР. Пневматическая аналоговая ветвь. Система СТАРТ. Электрические и пневматические исполнительные механизмы. Преобразователи сигналов I/P и P/I. Микропроцессорные контроллеры для управления оборудованием в ЦБП. Основные положения Государственных стандартов 21.404-85 и 21.208-2013 «Условные обозначения приборов и средств автоматизации в схемах». Виды изображения схем автоматизации.	10		
Текущий контроль 1. (опрос)	1		
Учебный модуль 2. Автоматическое управление оборудованием и АСУТП в ЦБП			
Тема 4. Автоматическое управление оборудованием для производства волокнистых полуфабрикатов. Автоматическое управление дефибрерами. Автоматическое управление оборудованием для производства древесной массы из щепы. Автоматическое управление варочным котлом для периодической варки целлюлозы. Автоматическое управление установкой непрерывной варки целлюлозы.	16		

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Тема 5. Автоматическое управление оборудованием для производства бумаги и картона. Автоматическое управление гидроразбивателями для роспуска макулатуры и волокнистых полуфабрикатов. Автоматическое управление термодисперсионными установками. Автоматическое управление аппаратами для размола и сортирования волокнистой суспензии. Автоматическое управление напуском волокнистой суспензии на сетку. Автоматическое управление обезвоживанием бумажного или картонного полотна на сетке и на прессах. Автоматическое управление натяжением и положением сетки и сукна на БДМ и КДМ. Автоматическое управление сушкой бумажного и картонного полотна. Автоматическое управление каландрированием бумажного полотна. Автоматическое управление продольно-резательным станком.	18		
Тема 6. Основы построения и программно-техническое обеспечение АСУ ТП Классификация АСУ. Принципы разработки и построения АСУ. Автоматизированная система оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ). Автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП). Режимы использования программно-технического комплекса (ПТК) в АСУТП. Техническая структура АСУТП. Алгоритмическое и программное обеспечение АСУТП. Алгоритмы управления. Архитектура и технические характеристики ПТК для АСУТП в ЦБП. Экономический эффект при внедрении систем автоматизации и АСУТП в ЦБП. Основные положения по расчету экономической эффективности автоматизации производственных процессов.	7		
Текущий контроль 2. (опрос)	1		
Текущий контроль 1-2. (тест)			
Курсовая работа	10		
Промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен)	36		
ВСЕГО:	108		

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	8	2				
2	8	2				
3	8	2				
4	8	2				
5	8	2				
6	8	4				
ВСЕГО:		14				

3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
3	Практические занятия: Функциональные схемы автоматизации технологических процессов. Составление спецификации на технические средства автоматизации для функциональной схемы автоматизации.	8	6				

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
4	Практические занятия: Автоматическое управление дефибрерами. Автоматическое управление оборудованием для производства древесной массы из щепы. Автоматическое управление оборудованием для производства целлюлозы.	8	10				
5	Практические занятия: Автоматическое управление оборудованием для подготовки волокнистой массы для БДМ или КДМ. Автоматическое управление БДМ и КДМ.	8	12				
ВСЕГО:			28				

3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрено.

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1. Цели и задачи курсовой работы

Целью курсовой работы является закрепление знаний по проектированию и технико-экономическому обоснованию современных систем автоматизации оборудования ЦБП, по выбору средств автоматического измерения, исполнительных устройств и программно-технических комплексов (ПТК).

4.2. Тематика курсовой работы

Разработка системы автоматизации оборудования целлюлозно-бумажного производства.

4.3. Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы

Работа выполняется индивидуально с использованием компьютера и оргтехники.

Результаты представляются в виде пояснительной записки объемом 10-15 листов отпечатанного текста, содержащей следующие обязательные элементы: функциональная схема автоматизации оборудования на базе программно-технического комплекса (ПТК), спецификация на выбранные технические средства автоматизации, блок-схема связи ПТК с оборудованием, описание и назначение основных узлов ПТК.

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2	Опрос	8	2				
1-2	Тест						

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	8	10				
Подготовка к практическим занятиям	8	10				
Выполнение курсовой работы	8	10				
Подготовка к экзамену	8	36				
ВСЕГО:		66				

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрено

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Гаврилов, А.Н. Системы управления химико-технологическими процессами. Ч.1 [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Н. Гаврилов, Ю.В. Пятаков.- Воронеж: ВГУИТ, 2014.-220 с. – Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/173863> -ЭБС «КнигаФонд».

2. Гаврилов, А.Н. Системы управления химико-технологическими процессами. Ч.2 [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Н. Гаврилов, Ю.В. Пятаков.- Воронеж: ВГУИТ, 2014.-204 с. – Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/173862> -ЭБС «КнигаФонд».

б) дополнительная учебная литература

3. Буйлов, Г.П. Автоматизация оборудования целлюлозно-бумажного производства [Электронный ресурс]: учеб. пособие по дипломному проектированию.-2-е изд., испр./ Г.П.Буйлов; Гриф УМО.-СПб.: СПбГТУРП, 2013.- 164 с. – Режим доступа: <http://www.nizrp.narod.ru/avtoborudov2013.htm>. –ЭБ ВШТЭ.

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Не предусмотрено

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.metso.com/Automation>
2. <http://www.technocont.ru>
3. <http://www.plcsystems.ru>
4. <http://www.matlab.ru>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013
4. AutoDesk AutoCAD 2015

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом

8.6. Иные сведения и (или) материалы

1. Демонстрационные материалы

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	<p>Проработка рабочей программы при особом внимании целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины.</p> <p>Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверку терминов, понятий: осуществлять с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Работа с теоретическим материалом: найти ответ на вопросы в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии.</p>
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы.
Самостоятельная работа	<p>Изучение материала, изложенного в рекомендованной учебной литературе, конспекте лекций. Выполнить курсовую работу.</p> <p>При подготовке к экзамену необходимо проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу, составить алгоритмы ответов на экзаменационные вопросы, продумать ответы на возможные дополнительные вопросы преподавателя.</p>

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ДПК-1(2,3)	<p>1. Демонстрирует знание принципов работы измерителей общепромышленных и специальных технологических параметров в ЦБП.</p> <p>2. Способен изображать по ГОСТу функциональные схемы автоматизации оборудования ЦБП на базе локальной автоматики и ПТК.</p> <p>3. Понимает отличие автоматического управления от автоматизированного.</p> <p>4. Демонстрирует знание задач оперативного управления оборудованием ЦБП.</p>	<p>1. Устное собеседование</p> <p>2. Типовое практическое задание</p> <p>3. Курсовая работа</p>	<p>1. Перечень вопросов к экзамену (44 вопроса)</p> <p>2. Перечень практических заданий (22 задачи)</p> <p>3. Тема и задания к курсовой работе (15 вариантов)</p>
ПК-2 (2, 3)	<p>1. Демонстрирует знание стандартных пакетов средств автоматизированного проектирования для моделирования технологических объектов ЦБП.</p> <p>2. Способен проводить экспериментальные исследования на технологических объектах ЦБП с целью получения их статических и динамических характеристик.</p> <p>3. Показывает владение способами</p>	<p>1. Устное собеседование</p> <p>2. Типовое практическое задание</p> <p>3. Курсовая работа</p>	<p>1. Перечень вопросов к экзамену (44 вопроса)</p> <p>2. Перечень практических заданий (22 задачи)</p> <p>3. Тема и задания к курсовой работе</p>

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
	обработки и анализа характеристик оборудования ЦБП.		(15 вариантов)

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Курсовая работа
отлично	<p>Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией. Способен легко ориентироваться при видоизменении вопроса, использует в ответе материал технической литературы, правильно обосновывает принятое решение.</p> <p>Демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения.</p>	<p>Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Полученные результаты представлены на основании изучения и анализа исследуемого процесса. Даны исчерпывающие выводы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в требуемые сроки.</p>
хорошо	<p>Способен логично мыслить, системно излагать материал, не допуская существенных неточностей. Допускает единичные ошибки в решении проблем.</p> <p>Способен эффективно применять теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.</p>	<p>Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки в работе или в ответах на поставленные при защите вопросы, могут иметь место отступления от правил оформления работы или нарушены сроки представления работы к защите.</p>
удовлетворительно	<p>Способен применить знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Имеются затруднения с выводами.</p> <p>Демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения.</p> <p>Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для решения задачи.</p>	<p>Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием.</p>
неудовлетворительно	<p>Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий. Неуверенно, с большими затруднениями и существенными</p>	<p>Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы. Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора.</p>

	ошибками выполняет практические задания. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий.	
--	--	--

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов (тестовых заданий), разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Погрешности измерения и их количественная оценка.	1
2	Характеристика измерительных устройств.	1
3	Мостовые измерительные схемы.	1
4	Дифференциальные измерительные схемы.	1
5	Потенциометрическая измерительная схема.	1
6	Методы автоматического измерения температуры.	2
7	Методы автоматического измерения давления.	2
8	Методы автоматического измерения уровня.	2
9	Методы автоматического измерения расхода в трубопроводе.	2
10	Методы автоматического измерения положения и натяжения сетки и сукна на БДМ.	2
11	Методы автоматического измерения концентрации волокнистой суспензии.	2
12	Методы автоматического измерения степени помола волокнистой суспензии.	2
13	Методы автоматического измерения влажности полотна бумаги (картона) на БДМ (КДМ).	2
14	Методы автоматического измерения поверхностной плотности полотна бумаги (картона) на БДМ (КДМ).	2
15	Виды систем технических средств автоматизации.	3
16	Электрические и пневматические исполнительные механизмы.	3
17	Электро-пневматические и пневмо-электрические преобразователи сигналов и позиционеры.	3
18	Способы и методы автоматического измерения параметров.	1
19	Виды систем автоматики и автоматизации.	3
20	Понятия «автоматика и автоматизация».	3
21	Методика изображения функциональных схем автоматизации по ГОСТ 21.404-85 и ГОСТ 21.208-2013.	3
22	Автоматизация цепного дефибрера.	4
23	Автоматизация пропиточного аппарата в производстве ХТММ.	4
24	Автоматизация пропарочного бункера для щепы.	4
25	Автоматизация гидроразбивателя вертикального типа.	5
26	Автоматизация сортирующего гидроразбивателя.	5
27	Автоматизация термодисперсионной установки.	5
28	Автоматизация мельницы для размола волокнистой суспензии.	5
29	Автоматизация составителя композиции бумажной массы.	5
30	Автоматизация напускных устройств БДМ.	5
31	Автоматизация сеточного стола БДМ.	5
32	Автоматизация прессовой части БДМ.	5
33	Автоматизация сушильной части БДМ (КДМ).	5
34	Автоматизация каландра БДМ.	5
35	Автоматизация продольно-резательного станка (ПРС) БДМ.	5
36	Автоматизация варочного котла периодического действия.	4
37	Автоматизация варочной установки непрерывного действия типа «Камюр».	4
38	Виды АСУ и их функции.	6
39	Задачи оперативного управления оборудованием, решаемые АСОДУ.	6
40	Алгоритмическое и программное обеспечение АСУТП.	6

41	Критерий оптимального управления и алгоритм управления в АСУТП.	6
42	Режимы использования ПТК в АСУТП.	6
43	Виды ПТК для АСУТП в ЦБП.	6
44	Техническая структура АСУТП.	6

10.2.2. Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
1	На какую величину должно измениться активное сопротивление термопреобразователя сопротивления R_1 , чтобы неравновесная мостовая схема стала равновесной. Причем $R_1=120$ Ом, $R_2=R_4=50$ Ом, $R_3=100$ Ом.	Решение: Из уравнения равновесия мостовой измерительной схемы вида $R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3$ определяем активное сопротивление R_1 . $R_1 = 100$ Ом. Следовательно, исходное активное сопротивление термопреобразователя должно уменьшиться на 20 Ом.
2	Определить абсолютную и относительную приведенную погрешности автоматического прибора для измерения температуры, имеющего шкалу 0-100 °С, если показание равно 75 °С, а действительное значение температуры равно 75,5 °С.	Решение: Абсолютная погрешность $\Delta = 75 - 75,5 = -0,5$ °С. Относительная приведенная погрешность $\epsilon_{пр} = (-0,5/100) \cdot 100 = -0,5$ %.
3	Определить оптимальную степень сжатия газа каждого из двух последовательно работающих компрессоров ϵ_1, ϵ_2 обеспечивающих минимальный суммарный расход электроэнергии N , при заданных общей степени сжатия ϵ и энергетических зависимостей компрессоров $N=f(\epsilon)$. Причем, $N_1=k_1 \cdot \epsilon_1, N_2=k_2 \cdot \epsilon_2, k_1=1,2 \cdot k_2$.	Решение: Применяем метод неопределенных множителей Лагранжа. Функция Лагранжа будет $F(\epsilon_1, \epsilon_2, \lambda) = k_1 \cdot \epsilon_1 + k_2 \cdot \epsilon_2 + \lambda \cdot (\epsilon - \epsilon_1 \cdot \epsilon_2)$. Решаем следующую систему уравнений: $\partial F / \partial \epsilon_1 = k_1 - \lambda \cdot \epsilon_2 = 0,$ $\partial F / \partial \epsilon_2 = k_2 - \lambda \cdot \epsilon_1 = 0,$ $\epsilon - \epsilon_1 \cdot \epsilon_2 = 0.$ Получаем: $\epsilon_1 = 0,913 \cdot \sqrt{\epsilon},$ $\epsilon_2 = 1,095 \cdot \sqrt{\epsilon}.$

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена и защите курсовой работы и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная

10.3.3. Особенности проведения экзамена и защиты курсовой работы

- Возможность пользоваться нормативной литературой, калькулятором;

- Время на подготовку ответа по билету 45 минут;
- Время, отводимое на защиту курсовой работы, не должно превышать 15 мин, включая краткий доклад по результатам курсовой работы и ответы на вопросы.