

Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и  
теплотехника»  
Профиль подготовки «Энергообеспечение предприятий»  
РПД Б1.Б.18 «Метрология, сертификация, технические измерения и  
автоматизация теплоэнергетических процессов»



Приложение 3 РПД Б1.Б.18

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Зам. директора  
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
в г. Смоленске  
по учебно-методической работе  
В.В. Рожков  
« 16 » 11 20 15 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **МЕТРОЛОГИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ, ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

---

**Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Профиль подготовки: Энергообеспечение предприятий**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Нормативный срок обучения: 4 года**

**Форма обучения: очная**

**Смоленск – 2015 г.**

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**Целью освоения дисциплины** является подготовка обучающихся к расчетно-проектной и проектно-конструкторской и производственно-технологической деятельности по направлению подготовки 13.03.01. теплоэнергетика и теплотехника посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

**Задачами дисциплины** является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

**ПК-4** - Выпускник должен обладать «способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата».

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

Экспериментальные и статистические методы исследования теплотехнических объектов;

### **Уметь:**

Составить принципиальную схему экспериментальной установки, правильно подобрать необходимую аппаратуру, привлекать для обработки результатов экспериментов соответствующий физико-математический аппарат и термодинамический анализ.

### **Владеть:**

методами решения проблем автоматического управления в теплоэнергетике и способностью привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат и термодинамический анализ.

**ПК-8:** Выпускник должен обладать «готовностью к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования»

### **Знать:**

Виды и методы измерений и их погрешности; математические методы обработки результатов измерений; методы контроля работы теплоэнергетического оборудования.

### **Уметь:**

Использовать, обобщать, анализировать научно-техническую и справочную информацию в области организации управления сложным теплоэнергетическим оборудованием.

### **Владеть:**

Методами оценки эффективности типовых систем управления и регулирования процессов производства тепловой энергии.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части дисциплин цикла Б1 образовательной программы подготовки бакалавров по бакалаврской программе «Промышленная теплоэнергетика», направления «Теплоэнергетика и теплотехника».

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые следующими предшествующими дисциплинами:

- Б1.Б.13, Техническая термодинамика,
- Б1.Б.5, Математика,
- Б1.Б.6, Физика,
- Б1.Б.15, Электротехника и электроника.

Приобретенные в результате изучения дисциплины «МЕТРОЛОГИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ, ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ» знания, умения и навыки являются неотъемлемой частью формируемых у выпускника компетенций, в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами по специальности «Теплоэнергетика и теплотехника», и будут использованы при изучении последующих учебных дисциплин:

- Б1.В.ДВ.6, Теплотехнологические процессы и установки,
- Б1.В.ДВ.8, Учёт энергии в системах энергоснабжения предприятий.

Знания, полученные в результате освоения данной дисциплины необходимы при выполнении бакалаврской выпускной работы и дальнейшему обучению по программе магистерской подготовки.

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

### Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	Базовая	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Б.18	
Часов (всего) по учебному плану:	216	6 семестр
Тудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	1.0,36	6 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	0.5,18	6 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	1.0,36	6 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	2.5, 90	6 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	1, 36	6 семестр

### Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0.5, 18
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0.5,18
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ (лаб)	0.5, 18
Выполнение расчетно-графической работы (расчетного задания)	0.5, 18
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	0.25, 9
Подготовка к контрольным работам	0.25,9
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	-
Всего:	2.5, 90
Подготовка к экзамену	1, 36

### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Курс	Раздел учебной дисциплины	Краткое содержание раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					
				Л	ЛР	ПЗ	СРС	Все-го	В том числе интерактивн.
1	2	3	4	5	6	7	11	12	
1	3	Раздел 1. Метрология	1.1. Объекты и методы измерений, виды контроля. 1.2. Средства измерений. 1.3. Погрешность измерений. 1.4. Обеспечение единства измерений.	4	2	2	6	14	2
2	3	Раздел 2. Сертификация	2.1. Основные понятия, цели и объекты сертификации. 2.2. Системы сертификации. 2.3. Правила и порядок проведения сертификации.	2	-	1	2	5	2
3	3	Раздел 3. Технические измерения.	3.1. Линейные и угловые измерения. 3.2. Измерения электрических и магнитных величин. 3.3. Измерения температуры.	4	2	2	6	14	2

4	3	Раздел 4. Автоматическая система регулирования и её элементы.	4.1. Назначение и основные функции АСУ. 4.2. Структурные схемы АСУ. 4.3. Математический аппарат исследования систем управления. 4.4. Дифференциальные уравнения и передаточные функции звеньев и систем. 4.5. Временные характеристики динамических звеньев и систем. 4.6. Частотные характеристики.	6	8	1	16	31	4
5	3	Раздел 5. Структура автоматических систем регулирования и законы регулирования..	5.1. Типовые динамические звенья. 5.2. Соединения типовых звеньев. 5.3. Основные законы регулирования. 5.4. Критерии устойчивости линейных динамических систем.	6	12	2	16	36	4
6	3	Раздел 6. Автоматические регуляторы и их настройка.	6.1. Импульсный регулятор с исполнительным механизмом постоянной скорости. 6.2. Показатели качества процессов регулирования. 6.3. Выбор типа и расчёт настроек автоматического регулятора.	6	4	4	16	30	4
7	3	Раздел 7. Технические средства автоматических регуляторов.	7.1. Классификация технических средств. 7.2. Схемы подключения источников сигнала к потребителям. 7.3. Регулирующие блоки, пусковые устройства и исполнительные механизмы электрических регуляторов.	4	4	-	8	16	2
8	3	Раздел 8. Логические системы управления.	8.1. Логические функции и их минимизация. Синтез комбинационных схем. 8.2. Синтез автоматов Мили. 8.3. Микропроцессорные системы логического управления.	4	4	6	20	34	2
			Всего 180 часов, включая 36 часов на подготовку к экзамену	36	36	18	90		20

### Содержание по видам учебных занятий

**Лабораторные работы / практические занятия / индивидуальные занятия / самостоятельная работа под руководством преподавателя**

### Лабораторные работы

№ п/п	Курс	Раздел учебной дисциплины	Наименование лабораторных работ	Всего часов
1	2	3	4	5
1	3	Разделы 4,5,6.	Лабораторная работа № 1: Исследование системы автоматического регулирования температуры в электрической печи с регулятором МЗТА типа Р25.	4
2	3	Разделы 4, 5,6.	Лабораторная работа № 2: Определение оптимальных параметров настройки ПИ-регулятора.	4
3	3	Разделы 1,5,6,7.	Лабораторная работа №3: Исследование двухпозиционной системы автоматического регулирования.	4
4	3	Разделы 5,6,7.	Лабораторная работа №4: Принцип действия релейно-импульсного регулятора.	4
5	3	Разделы 3,4,5.	Лабораторная работа №5: Исследование типовых динамических звеньев.	4
6	3	Разделы 3,5.	Лабораторная работа №6: Исследование динамических свойств систем регулирования.	4
7	3	Раздел 8.	Лабораторная работа №7: Синтез систем логического управления на основе комбинационных логических схем.	4
8	3	Раздел 8.	Лабораторная работа №8: Синтез автоматов Мили.	4
9	3	Все разделы	Защита лабораторных работ	4

**Самостоятельная работа**- подготовка к выполнению и защите лабораторных работ (18час)  
**Текущий контроль** – устный опрос перед проведением лабораторных работ, допуск к работе и защита лабораторных работ.

### Практические занятия

№ п/п	Курс	Раздел учебной дисциплины	Наименование практического занятия	Всего часов
-------	------	---------------------------	------------------------------------	-------------

1	2	3	4	5
1	3	Раздел 1. Метрология.	1.1. Определение погрешностей измерений различных теплофизических величин.	2
2	3	Раздел 2. Сертификация.	2.1. Порядок проведения сертификации.	1
3	3	Раздел 3. Технические измерения.	3.1. Погрешности линейных измерений.	2
4	3	Раздел 4. Автоматическая система регулирования и её элементы.	4.1. Временные и частотные характеристики звеньев и систем.	1
5	3	Раздел 5. Структура автоматических систем регулирования и законы регулирования.	5.1. Типовые динамические звенья.	2
6	3	Раздел 6. Автоматические регуляторы и их настройка.	6.1. Расчёт настроек АСР по методу ВТИ. 6.2. Определение оптимальных параметров настройки ПИ-регуляторов.	4
7	3	Раздел 8. Логические системы управления.	7.1. Минимизация логических функций и синтез КЛС. 7.2. Синтез автоматов Мили.	6

**Самостоятельная работа.** Расчет параметров настройки автоматических регуляторов. Подготовка к контрольным работам работам. (18 часов).

**Текущий контроль** – контрольные работы на 6 и 12 неделях.

Практические занятия, лекции и лабораторные занятия проводятся в интерактивной форме (20 часов) (Начиная с третьего занятия отводится время на консультации по выполнению расчетного задания. При проведении лабораторных работ, в процессе допуска и выполнения, преподаватель обсуждает со студентами различные варианты решения поставленной задачи полученные результаты. При проведении лекции по теме №2, для которой учебным планом не предусмотрены лабораторные и практические занятия, в начале лекции преподаватель формулирует вопросы и в конце занятия обсуждает ответы на них со студентами на основании изложенного материала.)

#### **Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен**

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Экзамен проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № И-23.

#### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны: методические указания к лабораторным работам по дисциплине, а также методические указания по выполнению расчетного задания.



## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования**

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: ПК-4, ПК-8.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе устного опроса при выполнении и защите лабораторных работ, выполнения и защиты расчетного задания, а также решения конкретных технических задач при работе в лаборатории.

### **6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания**

Формирование компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик формирования компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень формирования каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки формирования в рамках данной дисциплины компетенции ПК-4 «способность к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студентов, оформленных по окончании выполнения практических и расчетных заданий. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах на лабораторных занятиях и при защите расчетного задания.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- источников получения научно-технической информации по материалам в области метрологического обеспечения при производстве и потреблении тепловой энергии;
- передовые методы применяемые в современных информационно-измерительных системах.

**умения:**



- использовать, обобщать, анализировать научно-техническую и справочную информацию в области метрологии и технических измерений и автоматизации теплотехнических процессов;

- использовать и анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований, выполнять необходимые расчеты.

присутствие **навыка:**

- владения методами оценки качества работы автоматических систем регулирования теплотехнических процессов; методами оценки эффективности типовых информационно-измерительных систем и технологий.

Для оценки формирования в рамках данной дисциплины компетенции ПК-8 «готовность к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования»

преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в технических отчетах студента. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах на практических и лабораторных занятиях.

Принимается во внимание **знание** обучающимися:

-методов математического анализа и моделирования; методов теоретического и экспериментального исследования теплоэнергетических объектов и систем; методов проведения энергетических обследований потребителей энергетических ресурсов.

**умения:**

-использовать базовые знания в области естественно- научных дисциплин для организации технического контроля работы системы автоматизированного управления теплоэнергетическими установками.

присутствие **навыка:**

- анализа эффективности теплоэнергетического оборудования, применения современных принципов построения автоматизированных систем автоматического управления и регулирования.

Критерии оценивания уровня формирования компетенции в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Критерии оценивания уровня формирования компетенции

ПК4, «способность к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата», ПК-8 «готовность к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования», в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе проведения каждого практического занятия.

Способность называть при устном ответе основные метрологические характеристики измерительных приборов и рассчитать основные показатели качества работы автоматических систем регулирования, используемых в теплоэнергетике – соответствует пороговому уровню формирования компетенции на данном этапе ее формирования; в дополнение к пороговому самостоятельно анализировать метрологические аспекты функционирования измерительных приборов и рассчитать параметры настройки автоматических регуляторов простейшим методом – соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому способен самостоятельно выполнить сравнительный анализ автоматических систем регулирования и проектирования АСР, подтвер-

жденный техническими расчетами, применения в конкретных условиях различных регулирующих блоков – соответствует эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня формирования компетенций ПК-4 «способность к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата», ПК-8 «готовность к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования» в процессе выполнения и защиты лабораторных работ.

Оценивается в процессе проведения каждого лабораторного занятия подготовка студента к выполнению лабораторной работы (знание целей лабораторной работы, наличие описания задачи и модели используемых в данной работе, алгоритма решения задачи, обладание теоретическими знаниями, необходимыми для выполнения работы), а также знания и навыки приобретенные в процессе выполнения работы при ее защите (результаты расчетов, качество оформления протокола, теоретические знания студентов в результате ответов на контрольные вопросы, приведенные в методических указаниях).

Способность сформулировать условия решаемой задачи, составить алгоритм ее решения, знание теоретических основ и технических аспектов функционирования технологических установок работа которых моделируется, умение правильно и качественно оформить результаты лабораторной работы - соответствует пороговому уровню формирования компетенции на данном этапе ее формирования; в дополнение к пороговому самостоятельно анализировать результаты решения поставленной задачи, оценивать эффективность функционирования моделируемых теплоэнергетических установок – соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому способен самостоятельно оптимизировать характеристики изучаемой теплоэнергетической установки для различных внешних условий – соответствует эталонному уровню.

Формирование уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен с оценкой оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Экзамен по дисциплине «МЕТРОЛОГИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ, ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ» проводится в устной форме.

Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему на основные и дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все основные и дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по

профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на большинство теоретических основных и дополнительных вопросов и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Неудовлетворительно выставляется также, если студент: после начала зачета отказался его сдавать или нарушил правила сдачи зачета (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносятся оценка зачета по дисциплине за 6 семестр.

### **6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закреплёнными за дисциплиной (примеры вопросов к практическим занятиям, лабораторным работам).

Перечень вопросов рассматриваемых на лабораторных занятиях содержится в методических указаниях к лабораторным работам по дисциплине «Управление, сертификация и инноватика»

Темы лабораторных работ по дисциплине приведены в пункте 4.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену).

1. Объекты и методы измерений, виды контроля.
2. Средства измерений. Погрешность измерений.
3. Основные понятия, цели и объекты сертификации.
4. Системы сертификации. Правила и порядок проведения сертификации.
5. Линейные и угловые измерения.
6. Измерения электрических и магнитных величин.
7. Измерения температуры.
8. Автоматизация и ее значение для современного производства.
9. Понятие об АСУ ТП и ее задачи.
10. Структура системы управления ТЭО.
11. Автоматическая система регулирования и ее элементы.
12. Структурные схемы АСР.

13. Классификация АСР.
14. Переходные процессы в системах регулирования.
15. Статические и динамические характеристики звеньев и систем.
16. Дифференциальные уравнения как средство описания динамических свойств линейных звеньев. Составить дифференциальное уравнение для системы с постоянным расходом стока.
17. Составить дифференциальное уравнение для системы со свободным стоком.
18. Передаточные функции как средство описания динамических свойств линейных звеньев и систем. Связь с дифференциальными уравнениями.
19. Временные характеристики динамических звеньев.
20. Частотные характеристики..
21. Усилительные и апериодическое звенья.
22. Звено запаздывания и интегрирующее звено.
23. Инерционное звено второго порядка.
24. Реальное дифференцирующее звено.
25. Параллельное и последовательное соединения типовых звеньев.
26. Встречно-параллельное соединение типовых звеньев.
27. Динамические характеристики тепловых объектов регулирования.
28. Составление математических моделей тепловых объектов.
29. Релейный позиционный закон регулирования.
30. П и И законы регулирования.
31. ПИ закон регулирования
32. ПД и ПИД законы регулирования
33. Формирование законов регулирования в автоматических регуляторах методом последовательной и параллельной коррекции.
34. Структурные схемы П, И и ПД регуляторов
35. Структурные схемы. ПИ и ПИД регуляторов.
36. Корневой критерий устойчивости.
37. Алгебраические критерии устойчивости.
38. Частотный критерий устойчивости Михайлова и амплитудно-фазовый критерий Найквиста.
39. Качество процессов регулирования. Критерии оценки качества..
40. Показатель колебательности замкнутой системы и его связь с АФХ разомкнутой системы.
41. Выбор типа автоматического регулятора.
42. Расчет настроек П и ПИ регуляторов.
43. Расчет настроек по временным характеристикам объектов регулирования.
44. Импульсный регулятор с ИМ постоянной скорости.
45. Типизация, агрегатирование и блочно-модульный принцип построения технических средств.
46. Унификация средств автоматизации. Аналоговые, импульсные, кодовые сигналы.
47. Классификация технических средств в рамках ГСП.
48. Основные требования к техническим характеристикам ТСА.
49. Способы подключения источников сигнала к потребителям. Достоинства и недостатки.
50. Гальваническое разделение цепей.
51. Распределение токовых сигналов с защитой цепи от разрыва.
52. Техническая реализация статических и динамических преобразований сигналов.
53. Построение электронных блоков, реализующих математические операции.
54. Исполнительные устройства и исполнительные механизмы..
55. Пусковые устройства ИМ. ПМРТ-69.
56. Бесконтактные пусковые устройства. ПБР – 2.
57. Автоматические защиты теплоэнергетического оборудования.

58. СЛУ. Составление таблицы истинности.
59. СЛУ. Минимизация логических выражений.
60. СЛУ. Синтез КЛС.
61. СЛУ. Синтез автомата Мили.
62. СЛУ. Программная реализация.

#### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических указаниях по подготовке к лабораторным занятиям, самостоятельной работе и выполнению расчетного задания по дисциплине «МЕТРОЛОГИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ, ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ» и методических указаниях к лабораторным работам по дисциплине «Управление, сертификация и инноватика».

В них содержатся методические рекомендации по подготовке к лабораторным и практическим занятиям, самостоятельной работе студента и выполнению расчетного задания.

### **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **а) основная литература**

1. Плетнев Г.П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике [Электронный ресурс]: учебник для вузов - Электрон. дан. - М.: Издательский дом МЭИ, 2009. - 352 с. - Режим доступа: <http://nelbook.ru/?book=23> - Загл. с экрана.
2. М.Г. Бобылев, А.М. Фокин. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Управление, сертификация и инноватика». СФМЭИ, 2005.
3. М.Г. Бобылев, А.М. Фокин. Методические указания к лабораторным работам №5,6 по курсу «Управление, сертификация и инноватика». СФМЭИ, 2009.
4. М.Г. Бобылев. Методические указания к выполнению расчетного задания «Аппаратная и программная реализация систем логического управления» по курсу «Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов», СФМЭИ, 2015.

#### **б) дополнительная литература**

1. Димов Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация. 4-е изд. Учебник для вузов.– С-Петербург, Питер, 2013. – 496 с.

### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины**

1. Официальный сайт библиотеки - <http://lib.sbmpei.ru/>
2. Базы данных НЭЛБУК - <http://www.nelbook.ru/>
3. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам.

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Дисциплина предусматривает лекции один раз в две недели, четырехчасовые лабораторные занятия один раз в две недели и самостоятельное выполнение расчетного задания. Изучение курса завершается экзаменом.



Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях и лабораторных работах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Успешное изучение курса требует активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

**Лабораторные работы** составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;

формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и их объемы, определяются рабочими учебными планами.

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия РПД (ПП) и включают:

заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;

цель работы;

предмет и содержание работы;

оборудование, технические средства, инструмент;

порядок (последовательность) выполнения работы;

правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);

общие правила оформления работы;

контрольные вопросы и задания;

список литературы (по необходимости).

Содержание лабораторных работ фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью - подтверждением теоретических положений - в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит

устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими заданий, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

При подготовке к **экзамену** в дополнение к изучению конспектов лекций и учебных пособий необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке нужно изучить теорию вопросов выносимых на экзамен и уметь представить все связанные с ними практические аспекты, с которыми сталкивались студенты в ходе выполнения лабораторных работ, а также владеть практическими навыками, приобретенными в ходе занятий.

**Самостоятельная работа студентов (СРС)** по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Значительная часть самостоятельной работы отводится выполнению расчетного задания и решению задачи определения параметров настройки регуляторов методом частотных характеристик. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

При проведении **практических и лабораторных** занятий предусматривается использование информационного ресурса интернет.

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

**Лабораторные занятия** выполняются в учебной лаборатории, оснащённой необходимым оборудованием на лабораторных стендах, выполненных в соответствии с ПУЭ, СНиП и правилами пожарной безопасности.

Ст. преподаватель



М.Г. Бобылев

Зав. кафедрой к. т.н., доцент



В.А. Михайлов

Программа одобрена на заседании кафедры ПТЭ от 16 ноября 2015, протокол № 4.