

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев
«___» _____ 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ
ТЕОРИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ**

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль Теория автоматизации	Код модуля 1120088 Учебный план в ЕИСУ № 5065 Код модуля 1123122 Учебный план в ЕИСУ № 6009
Образовательная программа Теплоэнергетика и теплотехника	Код ОП 13.03.01/01.01
Траектория образовательной программы (ТОП)	ТОПЗ «Автоматизация технологических процессов и производств в энергетике»
Направление подготовки Теплоэнергетика и теплотехника	Код направления и уровня подготовки 13.03.01
Уровень подготовки бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 1 октября 2015 г., № 1081

СОГЛАСОВАНО
ДИРЕКЦИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ

Екатеринбург, 2017

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Рыжков Александр Филиппович	д.т.н.	профессор	Тепловых электрических станций	
2	Чернова Марина Борисовна		преподаватель-лектор	Тепловых электрических станций	
3	Вальцев Николай Владимирович		ст. преподаватель	Тепловых электрических станций	

Руководитель модуля

А.Ф.Рыжков

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от _____ г.

Е.В.Черепанова

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

Руководитель образовательной программы (ОП),
для которой реализуется модуль

Е.В. Черепанова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ

Теория автоматизации

1.1. Объем модуля: 18 з.е. (Учебный план в ЕИСУ № 5065)
17 з.е. (Учебный план в ЕИСУ № 6009)

1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль относится к вариативной части ВУЗа образовательной программы и направлен на формирование результатов обучения в рамках расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности. Модуль направлен на формирование необходимых теоретических знаний и навыков в области автоматизации технологических процессов на производстве и их моделирования, а также стандартизации, сертификации, проведения измерений и метрологического обеспечения производства.

2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Учебный план в ЕИСУ № 5065

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).		Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
			Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
1.	(ВВ) Математическое моделирование	5	17	34	-	51	53	4	108	3
2.	(ВВ) Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов	5,6	68	51	51	170	154	36	360	10
3.	(ВВ) Теория автоматического управления	5,6	51	17	17	85	73	22	180	5
Всего на освоение модуля			136	102	68	306	280	62	648	18

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).		Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля							
			Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.
1.	(ВВ) Математическое моделирование	5	17	17	-	34	34	4	72	2
2.	(ВВ) Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов	5,6	68	51	51	170	154	36	360	10
3.	(ВВ) Теория автоматического управления	5,6	51	17	17	85	73	22	180	5
Всего на освоение модуля			136	85	68	289	261	62	612	17

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	
3.2.	Корреквизиты	(ВВ) Математическое моделирование, (ВВ) Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов, (ВВ) Теория автоматического управления

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых реализуется модуль	Планируемые в ОХОП результаты обучения -РО, которые формируются при освоении модуля	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля	Универсальные компетенции (УОК, УОПК, УПК), формируемые при освоении модуля для нескольких ОП
13.03.01/ 01.01	РО-О7. Способность организовывать в рамках производственно-технологической деятельности метрологическое обеспечение производства	ПК-8 – готовность к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования;	
	РО-(ТОП 3)-1. Способность в рамках расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности осуществлять разработку, проектирование и наладку систем диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами на предприятиях тепловой энергетики в пределах заданных полномочий	ОК-7 – способность к самоорганизации и самообразованию; 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; ОПК-2 – способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; ПК-1 – способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией; ПК-2 – способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств	

		автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием; ДПК-3.1 – применять приемы программирования на алгоритмических языках различного уровня; ДПК-3.2 – способность выбирать средства автоматизации технологических процессов и производств в энергетике.	
--	--	--	--

4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ОК-7	ОПК-1	ОПК-2	ПК-1	ПК-2	ПК-8	ДПК-3.1	ДПК-3.2
1	(ВВ) Математическое моделирование	*	*	*				*	
2	(ВВ) Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов		*	*	*		*		*
3	(ВВ) Теория автоматического управления			*		*			*

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю: 7,25 (учебный план №5065), 7,5 (учебный план № 6009).

Утвержден ученым советом Уральского энергетического института, протокол заседания ученого совета № 8 от 17.10.2016 г.

5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю:

Не предусмотрено.

5.3. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по модулю (Приложение 1)

5.3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.1. ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

Система критериев оценивания результатов обучения в рамках модуля опирается на три уровня освоения: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

5.3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.2.1. Перечень примерных вопросов для интегрированного экзамена по модулю.

Не предусмотрено.

5.3.2.2. Перечень примерных тем итоговых проектов по модулю.

Не предусмотрено.

6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

Номер листа изменений	Номер протокола заседания проектной группы модуля	Дата заседания проектной группы модуля	Всего листов в документе	Подпись руководителя проектной группы модуля

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Теория автоматизации	Код модуля 1120088 Учебный план в ЕИСУ № 5065 Код модуля 1123122 Учебный план в ЕИСУ № 6009
Образовательная программа Теплоэнергетика и теплотехника	Код ОП 13.03.01/01.01
Направление подготовки Теплоэнергетика и теплотехника	Код направления и уровня подготовки 13.03.01
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 1 октября 2015 г., № 1081

Екатеринбург, 2017

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Абаимов Николай Анатольевич		ассистент	Тепловые электрические станции	

Руководитель модуля

А.Ф. Рыжков

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от _____ г.

Е.В. Черепанова

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Математическое моделирование» входит в модуль вариативной части ВУЗа «Теория автоматизации» и совместно с другими дисциплинами модуля «Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов», «Теория автоматического управления», с которыми изучается параллельно в течение пятого семестра, формирует базу теоретических знаний и навыков в области автоматизации технологических процессов на производстве и их моделирования, а также стандартизации, сертификации, проведения измерений и метрологического обеспечения производства. Изучение дисциплины направлено на освоение основных методов математического моделирования различных процессов, протекающих в энергетическом оборудовании.

1.2. Язык реализации программы – русский.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций (в рамках РО-(ТОП 3)-1):

РО-(ТОП 3)-1. Способность в рамках расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности осуществлять разработку, проектирование и наладку систем диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами на предприятиях тепловой энергетики в пределах заданных полномочий

способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

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 (ОПК-1);

– способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

– применять приемы программирования на алгоритмических языках различного уровня (ДПК-3.1).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

1. принципы построения основных математических моделей процессов в теплоэнергетике;

2. методы создания моделей, позволяющих прогнозировать процессы в теплоэнергетических объектах;

Уметь:

1. разбивать технологический процесс на элементарные стадии с целью его дальнейшего исследования с использованием соответствующих математических моделей;

2. составлять уравнения, используемые для описания моделей процессов в теплоэнергетике.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

1. навыком математического моделирования различных теплоэнергетических процессов;

2. базовыми пакетами программ для моделирования протекающих в оборудовании процессов.

1.4.Объем дисциплины

Для очной формы обучения (учебный план № 5065)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5
1.	Аудиторные занятия	51	51	51
2.	Лекции	17	17	17
3.	Практические занятия	34	34	34
4.	Лабораторные работы	-	-	-
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	53	7.65	53
6.	Промежуточная аттестация	4	0.25	Зачёт 4
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108	58,90	108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

Для очной формы обучения (учебный план № 6009)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5
1.	Аудиторные занятия	34	34	34
2.	Лекции	17	17	17
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы	-	-	-
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	34	5.10	34
6.	Промежуточная аттестация	4	0.25	Зачёт
7.	Общий объем по учебному плану, час.	72	39,35	78
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	2		3

*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3,4 - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий) и объема времени, выделенного преподавателю на руководство курсовой работой/проектом одного студента, если она предусмотрена.

в п.6 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного студента и объема времени, выделенного в рамках дисциплины на руководство проектом по модулю (если он предусмотрен) одного студента.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Основные понятия математического моделирования	<p>Определение дисциплины «Математическое моделирование». Цели и задачи изучения. Общие понятия о моделировании. Физическое и математическое моделирование. Источники формулировки математической модели: фундаментальные законы, феноменологические и эмпирические соотношения. Вычислительная гидродинамика. Историческое развитие вычислительной гидродинамики, современное состояние. Методология численного эксперимента. Этапы формулирования и реализации численной модели. Триада «модель-алгоритм-программа». Основы зонального метода. Область применения зональных методов и ограничения на их применимость. Описание радиационного и конвективного теплообмена в зональных методах. Методы Хоттеля, Журавлева. Определение интегральных параметров теплообмена системы. Теоретические основы построения моделей гидравлических цепей. Представление гидравлической сети на основе ориентированного графа. Задача потокораспределения на графе. Диффузионная задача. Конвективная задача. Формула Дарси-Вейсбаха. Тепломассообмен с окружающей средой. Алгоритм расчета сетевой задачи потокораспределения.</p>
P2	Основные методы математического моделирования	<p>Понятие дискретного аналога дифференциального уравнения. Разностная сетка. Разностный шаблон. Свойства дискретного аналога: порядок аппроксимации, устойчивость, монотонность, консервативность разностной схемы. Консервативность разностной схемы. Способы аппроксимации конвективных членов уравнений переноса: направленные разности, центральная разность. Аппроксимация диффузионных членов. Коррекция схемных эффектов. Схемная вязкость и дисперсия. Схемы повышенного порядка аппроксимации. Получение разностного аналога уравнений сохранения в методе конечных объемов. Обеспечение консервативности разностного аналога.</p>

		<p>Аппроксимация нестационарных слагаемых. Использование криволинейных координат для описания границ расчетной области. Схемы аппроксимация конвективного потока. Схемы первого порядка аппроксимации. Немонотонные схемы высокого порядка. Монотонные TVD-схемы на структурированных сетках.</p> <p>Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Прямые методы их достоинства и недостатки. Метод Гаусса. Метод прогонки для трехдиагональных матриц. Итерационные методы: метод простой итерации, метод Гаусса-Зейделя, полинейный метод, методы вариационного типа, методы неполной факторизации.</p> <p>Методы линеаризации. Глобальный итерационный процесс.</p> <p>Методы расчета течений несжимаемой среды. История вопроса. Метод искусственной сжимаемости. Метод расщепления по физическим процессам. Метод мелких шагов.</p>
--	--	---

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Для очной формы обучения (учебный план № 5065)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Отработка современных подходов к математическому моделированию	17
P2	2	Исследование гидродинамики с помощью методов математического моделирования	17
Всего:			34

Для очной формы обучения (учебный план № 6009)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Отработка основных подходов к математическому моделированию	8
P2	2	Исследование гидродинамики несжимаемых жидкостей с помощью методов математического моделирования	9
Всего:			17

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Обтекание твёрдого тела в открытом пространстве

Колебания давления в смесителе в нестационарном подходе

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Не предусмотрено

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1			*	*								
P2				*	*							

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

9.1.1.Основная литература

1. Чураков, Евгений Павлович. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент (Процессы, линейные статические модели : Учеб. пособие / Е. П. Чураков . — Рязань : Радиотехнический институт, 1991 .— 64 с. — без грифа .— 0.60.
2. Печенегов, Юрий Яковлевич. Математическое моделирование и расчет тепло-и массообменных процессов в инженерных задачах : Учеб. пособие / Саратов. гос. техн. ун-т .— Саратов : СГТУ, 1994 .— 85 с. — без грифа .— ISBN 5-7433-0015-1 : 1125.
3. Самарский, Александр Андреевич. Математическое моделирование: Идеи. Методы, Примеры / А.А. Самарский, А.П. Михайлов .— М. : Наука : Физматлит, 1997 .— 320 с. — без грифа .— 21.00.

9.1.2.Дополнительная литература

1. Федоткин, Игорь Михайлович. Математическое моделирование технологических процессов : Учеб. пособие для втузов / И.М. Федоткин .— Киев : Выща школа, 1988 .— 415 с. : ил. ; 22 см .— Библиогр.: с. 408-410 (66 назв.). Предм. указ.: с. 411-415. — допущено в качестве учебного пособия .— ISBN 5-11-000014-X : 1.20.
2. Белоцерковский, Олег Михайлович. Динамика пространственных вихревых течений в неоднородной атмосфере. Вычислительный эксперимент / О.М. Белоцерковский, В.А. Андрущенко, Ю.Д. Шевелев .— М. : Янус-К, 2000 .— 456 с. : ил. — Списки лит. в конце глав. — без грифа .— ISBN 5-8037-0043-6 : 40.00.

9.2.Методические разработки

Не используются.

9.3.Программное обеспечение

SigmaFlow
OpenFOAM
Salome

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru> - зональная научная библиотека

http://twm.mpei.ac.ru/ochkov/VPU_Book_New/mas/ - база данных по тепломеханическому и вспомогательному оборудованию электростанций.

9.5.Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Специализированная аудитория Т-121 с 15 ПК и мультимедийной системой.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 1,25 (для учебного плана №5065), -1 (для учебного плана № 6009). Утвержден ученым советом Уральского энергетического института, протокол заседания ученого совета № 8 от 17.10.2016 г.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

Для очной формы обучения (учебный план № 5065)

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	5, 1-9	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,5		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачёт		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение практических заданий на занятии	5, 1-17	50
Домашняя работа	5, 14	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		

Для очной формы обучения (учебный план № 6009)

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	5, 1-9	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,5		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачёт		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение практических заданий на занятии	5, 10-17	50
Домашняя работа	5, 14	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта
Не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 5	1,0

*В случае проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамена, зачета) методом тестирования используются официально утвержденные ресурсы: АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ, имеющие статус ЭОР УрФУ; ФЭПО (www.fepo.rph); Интернет-тренажеры (www.i-exam.ru).

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения домашней работы

1. Твёрдое тело квадратной формы с гранью 1 м обтекается ламинарным потоком жидкости со скоростью 5 м/с в открытом пространстве.
2. В смеситель с характерными размерами 2 м на 3 м поступают 2 потока жидкости со скоростями 7 м/с и 8 м/с, при этом происходит колебание давления на сечении выходного патрубка смесителя.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

Не предусмотрено

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Общие понятия о моделировании.
2. Физическое и математическое моделирование.
3. Источники формулировки математической модели: фундаментальные законы, феноменологические и эмпирические соотношения.
4. Вычислительная гидродинамика.
5. Историческое развитие вычислительной гидродинамики, современное состояние.
6. Методология численного эксперимента.
7. Этапы формулирования и реализации численной модели.
8. Триада «модель-алгоритм-программа».
9. Основы зонального метода.
10. Область применения зональных методов и ограничения на их применимость.
11. Описание радиационного и конвективного теплообмена в зональных методах.
12. Методы Хоттеля, Журавлева.
13. Определение интегральных параметров теплообмена системы.
14. Теоретические основы построения моделей гидравлических цепей.
15. Представление гидравлической сети на основе ориентированного графа. Задача потоко-распределения на графе.
16. Диффузионная задача.
17. Конвективная задача.
18. Формула Дарси-Вейсбаха.
19. Теплообмен с окружающей средой.
20. Алгоритм расчета сетевой задачи потокораспределения.
21. Понятие дискретного аналога дифференциального уравнения.
22. Разностная сетка.
23. Разностный шаблон.

24. Свойства дискретного аналога: порядок аппроксимации, устойчивость, монотонность, консервативность разностной схемы.
25. Консервативность разностной схемы.
26. Способы аппроксимации конвективных членов уравнений переноса: направленные разности, центральная разность.
27. Аппроксимация диффузионных членов.
28. Коррекция схемных эффектов.
29. Схемная вязкость и дисперсия.
30. Схемы повышенного порядка аппроксимации.
31. Получение разностного аналога уравнений сохранения в методе конечных объемов.
32. Обеспечение консервативности разностного аналога.
33. Аппроксимация нестационарных слагаемых.
34. Использование криволинейных координат для описания границ расчетной области.
35. Схемы аппроксимации конвективного потока.
36. Схемы первого порядка аппроксимации.
37. Немонотонные схемы высокого порядка.
38. Монотонные TVD-схемы на структурированных сетках.
39. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
40. Прямые методы их достоинства и недостатки.
41. Метод Гаусса.
42. Метод прогонки для трехдиагональных матриц.
43. Итерационные методы: метод простой итерации, метод Гаусса-Зейделя, полинейный метод, методы вариационного типа, методы неполной факторизации.
44. Методы линеаризации.
45. Глобальный итерационный процесс.
46. Методы расчета течений несжимаемой среды.
47. История вопроса.
48. Метод искусственной сжимаемости.
49. Метод расщепления по физическим процессам.
50. Метод дробных шагов.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТРОЛОГИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ, ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ
ПРОЦЕССОВ НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Теория автоматизации	Код модуля 1120088 Учебный план в ЕИСУ № 5065 Код модуля 1123122 Учебный план в ЕИСУ № 6009
Образовательная программа Теплоэнергетика и теплотехника	Код ОП 13.03.01/01.01
Направление подготовки Теплоэнергетика и теплотехника	Код направления и уровня подготовки 13.03.01
Уровень подготовки бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 1 октября 2015г., № 1081

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Рыжков Александр Филиппович	д.т.н., профессор	профессор	Тепловые электрические станции	

Руководитель модуля

А.Ф. Рыжков

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета

Е.В. Черепанова

Протокол № _____ от _____ г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ МЕТРОЛОГИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ, ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛО-ВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов на тепловых электрических станциях» входит в модуль вариативной части ВУЗа «Теория автоматизации» и совместно с другими дисциплинами модуля, которые изучаются параллельно, «Математическое моделирование», «Теория автоматического управления» посвящена формированию основных знаний, умений и навыков работы в области метрологии, сертификации, техническим измерениям и автоматизации тепловых процессов на тепловых электрических станциях. Изучение курса позволит студентам овладеть теоретическими основами и научной базой метрологии и сертификации, освоить принципы измерения основных параметров теплоэнергетических установок, получить практические навыки по использованию современных технических средств измерения, освоить системы автоматического регулирования и управления теплоэнергетическими процессами на тепловых электрических станциях. Также к концу курса студенты должны овладеть теоретическими основами систем автоматического управления и регулирования, получить практические навыки расчета систем автоматического регулирования технологических процессов в энергетических установках.

1.2. Язык реализации программы – русский.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций (в рамках РО-07 и РО-(ТОП 3)-1):

РО-07. Способность организовывать в рамках производственно-технологической деятельности метрологическое обеспечение производства

РО-(ТОП 3)-1. Способность в рамках расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности осуществлять разработку, проектирование и наладку систем диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами на предприятиях тепловой энергетики в пределах заданных полномочий.

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 (ОПК-1);

способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией (ПК-1);

– готовность к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования (ПК-8);

способность выбирать средства автоматизации технологических процессов и производств в энергетике (ДПК-3.2).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

основы управления технологическими объектами, основы теории автоматического управления;

принципы и особенности построения АСУ сложных теплотехнических объектов;

функции АСУТП, состав информационных и управляющих функций, виды обеспечения АСУТП;

содержание и назначение математического, программного, метрологического, организационного обеспечения АСУТП, теплотехнических объектов как объектов управления, их основных особенностей;

теоретические основы метрологии, организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения;

правовые основы обеспечения единства измерений;

исторические и правовые основы стандартизации и сертификации;

условия осуществления сертификации, правила и порядок проведения сертификации; принципы действия, устройство типовых измерительных приборов для измерения электрических и неэлектрических величин.

Уметь:

контролировать работу системы АСУ объектом;

измерять основные параметры объекта с помощью типовых измерительных приборов, оценивать погрешности измерений, готовить оборудование и документацию к сертификации;

применять на практике методы и средства контроля.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

основными принципами работы и составом АСУ объектом;

основными методами измерений, обработки результатов и оценки погрешностей измерений;

правовой базой стандартизации и сертификации;

методами измерения электрических и неэлектрических величин типовыми приборами;

методами метрологического обеспечения производства, информацией о способах поверки и ее периодичности для различных измерительных средств.

1.4. Объем дисциплины

Для очной формы обучения (учебный план № 5065)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)		
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5	6	
1.	Аудиторные занятия	170	170	68	102	
2.	Лекции	68	68	34	34	
3.	Практические занятия	51	51	17	34	
4.	Лабораторные работы	51	51	17	34	
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	154	25,50	94	60	
6.	Промежуточная аттестация	36	4,66	Экзамен 18	Экзамен 18	
7.	Общий объем по учебному плану, час.	360	200,16	180	180	
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	10		5	5	

Для очной формы обучения (учебный план № 6009)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)		
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5	6	
1.	Аудиторные занятия	170	170	102	68	
2.	Лекции	68	68	34	34	
3.	Практические занятия	51	51	34	17	
4.	Лабораторные работы	51	51	34	17	
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	154	25,50	96	58	
6.	Промежуточная аттестация	36	4,66	Экзамен 18	Экзамен 18	
7.	Общий объем по учебному плану, час.	360	200,16	216	144	
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	10		6	4	

*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3,4 - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий) и объема времени, выделенного преподавателю на руководство курсовой работой/проектом одного студента, если она предусмотрена.

в п.6 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного студента и объема времени, выделенного в рамках дисциплины на руководство проектом по модулю (если он предусмотрен) одного студента.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Основы стандартизации	Цели, задачи, функции и принципы стандартизации. Методологические основы стандартизации. Национальная система стандартизации РФ. Международная стандартизация. Стандартизация в теплоэнергетике
P2	Основы метрологии	Правовые основы метрологической деятельности. Объекты и методы измерений, виды контроля. Средства измерений. Погрешность измерений. Обеспечение единства измерений. Государственная метрологическая служба РФ.
P3	Технические измерения	Измерения температуры. Измерения расхода и количества жидкости, газа, пара и теплоты. Измерение давления и уровня. Методы и средства анализа газов и жидкостей. Измерение электрических и магнитных величин.
P4	Основы сертификации	Основные понятия, цели и объекты сертификации. Правовое обеспечение сертификации. Сертификация продукции. Сертификация систем качества и производств.

P5	Основные понятия теории автоматического управления	Основные понятия и определения. Структурная схема системы автоматического управления. Входные и выходные величины объекта управления, возмущения, наносимые объекту. Кривые разгона, переходные, импульсные характеристики. Частотные характеристики. Статические и астатические системы. Декомпозиция целей управления, автоматизация управления.
P6	Теплоэнергетические объекты управления	Основные особенности теплоэнергетических объектов управления как динамических систем. Математические модели теплоэнергетических объектов управления. Управление в режимах пуска, останова, нормальной эксплуатации.
P7	Типовые алгоритмы регулирования	Интегральный, пропорциональный, пропорционально-интегральный, пропорционально-интегрально-дифференциальный алгоритмы. Виды обратной связи. Одноконтурная, двухконтурная, разомкнутая, каскадная АСР.
P8	Устойчивость систем автоматического регулирования	Понятие устойчивости и запаса устойчивости. Алгебраический, частотный критерий устойчивости. Качество регулирования. Оптимизация настроек регулятора.
P9	Автоматическое регулирование тепловых процессов	Барабанный котел как объект управления. Регулирование питания, процесса горения, регулирования температуры первичного и вторичного пара. Регулирование непрерывной продувки. Прямоточный котел как объект управления. Регулирование тепловой нагрузки и температурного режима. Регулирование температуры пара. Регулирование турбин и вспомогательного оборудования. Регулирование процессов топливоподачи.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы (учебный план №№ 5065, 6009)

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P3	1	Измерение температуры среды	2
P3	2	Измерение давления жидкости	2
P3	3	Измерение уровня жидкости	2
P3	4	Измерение расхода воздуха	2
P3	5	Измерение тепловой энергии и расхода жидкости	3
P3	6	Анализ состава газов	3
P3	7	Анализ состава водных растворов	3
P6	8	Снятие динамических характеристик объекта регулирования температуры	6
P6	9	Снятие динамических характеристик объекта регулирования уровня	6
P6	10	Исследование узла учета тепловой энергии	5
P9	11	Автоматическое регулирование температуры, уровня, давления	6
P9	12	Автоматическое регулирование расхода теплоносителя и тепловой энергии	6
P9	13	Автоматическое регулирование расхода воздуха	5
Всего:			51

4.2. Практические занятия (учебный план №№ 5065, 6009)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Основные стандарты, регулирующие деятельность по производству и передаче электрической и тепловой энергии	4
P2	2	Расчет погрешности результата измерения по метрологическим характеристикам системы измерения	4
P2	3	Расчет погрешности измерения расхода и уровня при измерении условий эксплуатации	4
P2	4	Разработка методики выполнения измерения и ее аттестация	5
P4	5	Поверка средств измерения	4
P4	6	Оформление заявки на проведение сертификации продукции	4
P5	7	Расчет структурных схем методами сигнальных графов	4
P5	8	Расчет АЧХ, ФЧХ, АФЧХ для типовых динамических звеньев	5
P7	9	Расчет структурных схем типовых алгоритмов регулирования	3

P7	10	Расчет структурных схем типовых промышленных регуляторов	3
P8	11	Расчеты устойчивости	3
P9	12	Расчет регулятора частоты вращения вала паровой турбины	4
P9	13	Расчет импульсного электронного регулятора	4
Всего:			51

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

По разделу 4:

1. Сертификация: основные понятия, цели и объекты.
2. Правовые аспекты сертификации.
3. Сертификация продукции.
4. Сертификация систем качества и производств.
5. Сертификация в энергетике.

По разделу 6:

1. Основные особенности теплоэнергетических объектов управления как динамических систем.
2. Математические модели теплоэнергетических объектов управления.
3. Особенности управление в режимах пуска.
4. Особенности управление в режимах останова.
5. Особенности управление в режимах нормальной эксплуатации

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Расчет параметров настройки регулятора

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Контрольная работа №1

1. Цели, задачи, функции и принципы стандартизации.
2. Методологические основы стандартизации.
3. Национальная система стандартизации РФ.
4. Международная стандартизация.
5. Стандартизация в теплоэнергетике

Контрольная работа №2

1. Правовые основы метрологической деятельности.
2. Объекты и методы измерений, виды контроля.
3. Средства измерений.
4. Погрешность измерений.
5. Обеспечение единства измерений.
6. Государственная метрологическая служба РФ.

Контрольная работа №3

1. Основные понятия и определения теории автоматического управления.
2. Структурная схема системы автоматического управления.

3. Входные и выходные величины объекта управления, возмущения, наносимые объекту.
4. Кривые разгона, переходные, импульсные характеристики.
5. Частотные характеристики.
6. Статические и астатические системы.
7. Декомпозиция целей управления, автоматизация управления.

Контрольная работа №4

1. Понятие устойчивости и запаса устойчивости.
2. Алгебраический критерий устойчивости.
3. Частотный критерий устойчивости.
4. Качество регулирования.
5. Оптимизация настроек регулятора.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов Не предусмотрено

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1	*			*								
P2	*			*								
P3	*			*								
P4	*			*								
P5	*			*								
P6	*			*								
P7	*			*								
P8	*			*								
P9	*			*								

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

9.1.1.Основная литература

1. Яблонский О.П. Основы стандартизации, метрологии, сертификации : учебник / О. П. Яблонский, В. А. Иванова.— Изд. 2-е, доп. и перераб. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2010.— 475 с.
2. Плетнев Г.П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автоматизация технол. процессов и пр-в (энергетика)" направления подгот. дипломир. специалистов "Автоматизир. технологии и пр-ва" / Г. П. Плетнев .— 4-е изд., стер. — Москва : МЭИ, 2007 .— 352 с.
3. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для студентов вузов, обучающихся по машиностроит. направлениям подгот. и специальностям / А. И. Аристов, Л. И. Карпов, В. М. Приходько, Т. М. Раковщик .— Москва : Академия, 2006 .— 384 с.
4. Ротач В.Я. Теория автоматического управления. М. Изд-во МЭИ, 2004, 400 с.
5. Брянский Л.Н., Дойников А.С., Крупин Б.Н. Метрология. М. Изд-во ВНИИФТРИ, 2004, 222 с.

9.1.2.Дополнительная литература

1. Преображенский В.П. Теплотехнические измерения и приборы. М., Энергия, 1978, 703 с.
2. Бурдун Г.Д., Марков Б.Н. Основы метрологии. М. Издательство стандартов. 1985, 256 с.
3. Стефании Е.П. Основы расчета настройки регулятора теплоэнергетических процессов. М., Энергия, 1972, 376 с.
4. Стефании Е.П. Основы построения АСУ ТП. М., Энергия, 1982, 240 с.
5. Пак В. Теплотехнические измерения. Сборник лабораторных работ. Новосибирск. Изд-во НГТУ, 1993. 110 с.
6. Пак В. Расчет динамических характеристик теплоэнергетического объекта. Методические указания. Новосибирск, изд-во НГТУ, 1997. 36 с.
7. Иванова Г.М. Теплотехнические измерения и приборы : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Теплоэнергетика" / Г. М. Иванова, Н. Д. Кузнецов, В. С. Чистяков .— 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : МЭИ, 2005 .— 460 с.

9.2.Методические разработки

Не используется

9.3.Программное обеспечение

Не используется

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru> - зональная научная библиотека

http://twm.mpei.ac.ru/ochkov/VPU_Book_New/mas/ - база данных по тепломеханическому и вспомогательному оборудованию электростанций.

9.5.Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекционные аудитории Т-1002, Т-1003 аудитория практических работ Т-010.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 4 (для учебных планов №№ 5065, 6009). Утвержден ученым советом Уральского энергетического института, протокол заседания ученого совета № 8 от 17.10.2016 г.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

Для очной формы обучения (учебный план № 5065).

Семестр 5.

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	5, 1-17	25
Реферат №1	5, 9	25
Контрольная работа №1	5, 12	25
Контрольная работа №2	5, 15	25
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,2		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение практических заданий на занятии	5, 1-9	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение лабораторной работы № 1	5, 10	14
Выполнение лабораторной работы № 2	5, 11	14
Выполнение лабораторной работы № 3	5, 12	14
Выполнение лабораторной работы № 4	5, 13	14
Выполнение лабораторной работы № 5	5, 15	14
Выполнение лабораторной работы № 6	5, 16	15
Выполнение лабораторной работы № 7	5, 17	15

Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– не предусмотрено Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям–0

Семестр 6

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	6, 1-17	25
Реферат №2	6, 10	25
Контрольная работа №3	6, 5	25
Контрольная работа №4	6, 15	25
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям –0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,2		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение практических заданий на занятии	6, 1-17	50
Расчетно-графическая работа	6, 12	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение лабораторной работы № 8	6, 3	17
Выполнение лабораторной работы № 9	6, 6	17
Выполнение лабораторной работы № 10	6, 9	16
Выполнение лабораторной работы № 11	6, 12	17
Выполнение лабораторной работы № 12	6, 15	17
Выполнение лабораторной работы № 13	6, 17	16
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– не предусмотрено Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям–0		

Для очной формы обучения (учебный план № 6009).

Семестр 5

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	5, 1-17	25
Реферат №1	5, 9	25
Контрольная работа №1	5, 12	25
Контрольная работа №2	5, 15	25
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,2		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение практических заданий на занятии	5, 1-17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение лабораторной работы № 1	5, 2	10
Выполнение лабораторной работы № 2	5, 3	10
Выполнение лабораторной работы № 3	5, 4	10
Выполнение лабораторной работы № 4	5, 5	10
Выполнение лабораторной работы № 5	5, 7	10
Выполнение лабораторной работы № 6	5, 8	10
Выполнение лабораторной работы № 7	5, 9	10
Выполнение лабораторной работы № 8	5, 13	10
Выполнение лабораторной работы № 9	5, 15	10
Выполнение лабораторной работы № 10	5, 17	10
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

Семестр 6

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	6, 1-17	25
Реферат №2	6, 10	25
Контрольная работа №3	6, 5	25
Контрольная работа №4	6, 15	25
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,2		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение практических заданий на занятии	6, 1-9	50
Расчетно-графическая работа	6, 7	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение лабораторной работы № 11	6, 13	34
Выполнение лабораторной работы № 12	6, 15	34
Выполнение лабораторной работы № 13	6, 17	32
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта
Не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины
Для очной формы обучения (учебный план №№ 5065, 6009)

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 5	0,5
Семестр 6	0,5

*В случае проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамена, зачета) методом тестирования используются официально утвержденные ресурсы: АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ, имеющие статус ЭОР УрФУ; ФЭПО (www.фэпо.рф); Интернет-тренажеры (www.i-exam.ru).

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения расчетно-графической работы

Задание №1. Дана замкнутая САР. Передаточные функции объекта управления $W_{Oy}(p)$ и регулятора $W_p(p)$ имеют вид: $W_{Oy}(p) = K_{Oy}/(T_1*p+1)/(T_2*p+1)$ и $W_p(p)=K_p*(1+1/T_U/p+T_G*p)$, где $K_{Oy}=3,1$, $T_1=2$, $T_2=1$, $T_G=0$. Значение параметров K_p и T_U определяется в процессе выполнения задания. Необходимо: 1). Используя критерий Гурвица, найти область устойчивости замкнутой САР в плоскости параметров K_p и T_U . 2). Взяв значения параметров K_p и T_G , соответствующие устойчивому состоянию САР, и используя критерий Найквиста, доказать, что САР действительно устойчива.

Задание №2. Дана замкнутая САР. Передаточные функции объекта управления $W_{Oy}(p)$ и регулятора $W_p(p)$ имеют вид $W_{Oy}(p) = K_{Oy}/(T_1*p+1)/(T_2*p+1)$ и $W_p(p)=K_p*(1+1/T_U/p+T_G*p)$, где $K_{Oy}=3,0$, $T_1=2$, $T_2=1$, $T_U=4$. Значение параметров K_p и T_G определяется в процессе выполнения задания. Необходимо: 1). Используя критерий Гурвица, найти область устойчивости замкнутой САР в плоскости параметров K_p и T_G . 2). Взяв значения параметров K_p и T_G , соответствующие устойчивому состоянию САР, и используя критерий Найквиста, доказать, что САР действительно устойчива.

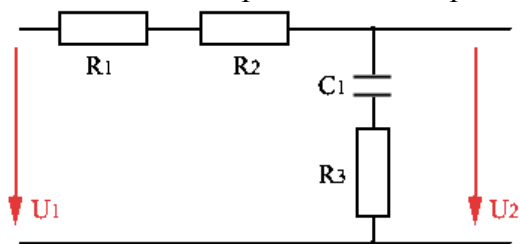
8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

Контрольная работа №1. С помощью универсального цифрового вольтметра с известными метрологическими характеристиками проведены многократные измерения напряжения лабораторной сети. Результаты измерений:

$$U_1=218,62 \text{ В}; U_2=219,83 \text{ В}; U_3=218,97 \text{ В}; U_4=220,05 \text{ В}; U_5=218,37 \text{ В}; U_6=219,74 \text{ В}.$$

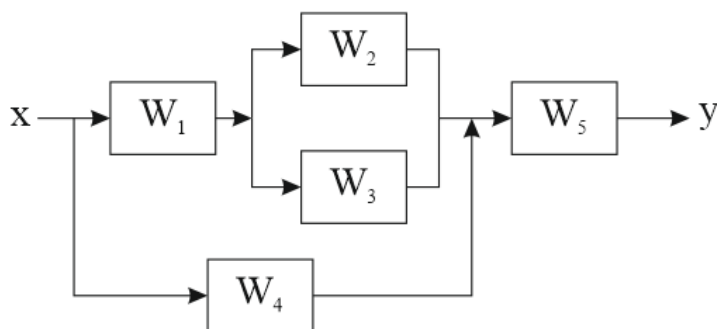
Предел измерения вольтметра $U_k = 1000 \text{ В}$. Класс точности вольтметра $0,5/0,1$. Нормальные условия эксплуатации вольтметра: $t_0=(20\pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$; $H_0=0 \text{ А/м}$, где t – температура и H_0 – напряжение внешнего магнитного поля в нормальных условиях эксплуатации. Измерения проведены при температуре $t=+24 \text{ }^\circ\text{C}$ и напряженности внешнего магнитного поля $H=20 \text{ А/м}$. Найти абсолютную погрешность результата измерения.

Контрольная работа №2. Для заданной электрической цепи рассчитать:



- а) комплексную функцию входного сопротивления $Z_{ВХ}(j\omega)$, его амплитудно-частотную $Z_{ВХ}(\omega)$ и фазово-частотную $\varphi_z(j\omega)$ характеристики;
 в) комплексную функцию коэффициента передачи по напряжению $K_U(j\omega)$, его амплитудно-частотную $K_U(\omega)$ и фазо-частотную $\varphi_k(\omega)$ характеристики.

Контрольная работа №3. Рассчитать передаточную функцию схемы:



Контрольная работа №4. Построить схему системы автоматического регулирования барабанного котла и дать описание ее работы

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Для очной формы обучения (учебный план № 5065). Семестр 5.

1. Цели, задачи, функции и принципы стандартизации.
2. Методологические основы стандартизации.
3. Национальная система стандартизации РФ.
4. Международная стандартизация.
5. Стандартизация в теплоэнергетике
6. Правовые основы метрологической деятельности.
7. Объекты и методы измерений, виды контроля.
8. Средства измерений. Погрешность измерений.
9. Обеспечение единства измерений.
10. Государственная метрологическая служба РФ.
11. Измерения температуры. Измерение давления и уровня.
12. Измерения расхода и количества жидкости, газа, пара и теплоты.
13. Методы и средства анализа газов и жидкостей.
14. Измерение электрических и магнитных величин.
15. Основные понятия, цели и объекты сертификации.
16. Правовое обеспечение сертификации.
17. Сертификация продукции.
18. Сертификация систем качества и производств.

Для очной формы обучения (учебный план № 5065). Семестр 6.

1. Основные понятия и определения.
2. Структурная схема системы автоматического управления.
3. Входные и выходные величины объекта управления, возмущения, наносимые объекту.
4. Кривые разгона, переходные, импульсные характеристики.
5. Частотные характеристики. Статические и астатические системы.
6. Декомпозиция целей управления, автоматизация управления.
7. Основные особенности теплоэнергетических объектов управления как динамических систем.
8. Математические модели теплоэнергетических объектов управления.
9. Управление в режимах пуска, останова, нормальной эксплуатации.
10. Интегральный, пропорциональный, пропорционально-интегральный, пропорционально-интегрально-дифференциальный алгоритмы.
11. Виды обратной связи.
12. Одноконтурная, двухконтурная АСР.
13. Разомкнутая, каскадная АСР.
14. Понятие устойчивости и запаса устойчивости.
15. Алгебраический, частотный критерий устойчивости.
16. Качество регулирования. Оптимизация настроек регулятора.
17. Барабанный котел как объект управления.
18. Регулирование питания, процесса горения, регулирование температуры первичного и вторичного пара.
19. Регулирование непрерывной продувки.
20. Прямоточный котел как объект управления.
21. Регулирование тепловой нагрузки и температурного режима.
22. Регулирование температуры пара.
23. Регулирование турбин и вспомогательного оборудования.
24. Регулирование процессов топливоподачи.

Для очной формы обучения (учебный план № 6009). Семестр 5.

1. Цели, задачи, функции и принципы стандартизации.
2. Методологические основы стандартизации.
3. Национальная система стандартизации РФ.
4. Международная стандартизация.
5. Стандартизация в теплоэнергетике
6. Правовые основы метрологической деятельности.
7. Объекты и методы измерений, виды контроля.
8. Средства измерений. Погрешность измерений.
9. Обеспечение единства измерений.
10. Государственная метрологическая служба РФ.
11. Измерения температуры. Измерение давления и уровня.
12. Измерения расхода и количества жидкости, газа, пара и теплоты.
13. Методы и средства анализа газов и жидкостей.
14. Измерение электрических и магнитных величин.
15. Основные понятия, цели и объекты сертификации.
16. Правовое обеспечение сертификации.
17. Сертификация продукции.
18. Сертификация систем качества и производств.
19. Основные понятия и определения.
20. Структурная схема системы автоматического управления.
21. Входные и выходные величины объекта управления, возмущения, наносимые объекту.
22. Кривые разгона, переходные, импульсные характеристики.
23. Частотные характеристики. Статические и астатические системы.
24. Декомпозиция целей управления, автоматизация управления.

25. Основные особенности теплоэнергетических объектов управления как динамических систем.
26. Математические модели теплоэнергетических объектов управления.
27. Управление в режимах пуска, останова, нормальной эксплуатации.

Для очной формы обучения (учебный план № 6009). Семестр 6.

1. Интегральный, пропорциональный, пропорционально-интегральный, пропорционально-интегрально-дифференциальный алгоритмы.
2. Виды обратной связи.
3. Одноконтурная, двухконтурная АСР.
4. Разомкнутая, каскадная АСР.
5. Понятие устойчивости и запаса устойчивости.
6. Алгебраический, частотный критерий устойчивости.
7. Качество регулирования. Оптимизация настроек регулятора.
8. Барабанный котел как объект управления.
9. Регулирование питания, процесса горения, регулирование температуры первичного и вторичного пара.
10. Регулирование непрерывной продувки.
11. Прямоточный котел как объект управления.
12. Регулирование тепловой нагрузки и температурного режима.
13. Регулирование температуры пара.
14. Регулирование турбин и вспомогательного оборудования.
15. Регулирование процессов топливоподачи.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Теория автоматизации	Код модуля 1120088 Учебный план в ЕИСУ № 5065 Код модуля 1123122 Учебный план в ЕИСУ № 6009
Образовательная программа Теплоэнергетика и теплотехника	Код ОП 13.03.01/01.01
Направление подготовки Теплоэнергетика и теплотехника	Код направления и уровня подготовки
Уровень подготовки бакалавриат	13.03.01
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: 1 октября 2015г., № 1081

Екатеринбург, 2017

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Акифьева Наталья Николаевна		Старший преподаватель	Тепловые электрические станции	

Руководитель модуля

А.Ф. Рыжков

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета

Е.В. Черепанова

Протокол № _____ от _____ г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Теория автоматического управления» входит в модуль вариативной части ВУЗа «Теория автоматизации» и совместно с двумя другими дисциплинами модуля, которые изучаются параллельно, «Математическое моделирование», «Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов» формирует необходимые теоретические знания и навыки в области автоматизации технологических процессов на производстве, а также стандартизации, сертификации, проведения измерений и метрологического обеспечения производства. Дисциплина посвящена изучению основ теории и расчета автоматических систем регулирования. Особое внимание уделяется овладению методикой оценки устойчивости АСР и методикам оценки качества переходных процессов. Изучаются как традиционные алгоритмы регулирования, так и инновационные алгоритмы, например «нечеткая логика».

1.2. Язык реализации программы – русский.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций (в рамках РО-(ТОП 3)-1):

РО-(ТОП 3)-1. Способность в рамках расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности осуществлять разработку, проектирование и наладку систем диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами на предприятиях тепловой энергетики в пределах заданных полномочий.

способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием (ПК-2);

способность выбирать средства автоматизации технологических процессов и производств в энергетике (ДПК-3.2).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

классификацию систем автоматического управления;
основы моделирования динамики объектов управления и элементов АСР (автоматических систем регулирования);
методы анализа и синтеза линейных АСР.

Уметь:

производить анализ АСР ;
рассчитывать параметры настройки стандартных регуляторов для линейных АСР (решать задачи параметрического синтеза);
разрабатывать структуру АСР для выполнения задач управления с заданным качеством (решать задачи структурного синтеза).

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

стандартными расчетными методиками для расчета параметров АСР;
методами оптимизации структуры АСР и параметров АСР.

1.4. Объем дисциплины

Для очной формы обучения (учебный план № 5065 и 6009)

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5	6
1.	Аудиторные занятия	85	85	34	51
2.	Лекции	51	51	34	17
3.	Практические занятия	17	17	-	17
4.	Лабораторные работы	17	17	-	17
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	73	12,75	34	39
6.	Промежуточная аттестация	22	2,58	4 (зачет)	18 (экзамен)
7.	Общий объем по учебному плану, час.	180	100,33	72	108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	5		2	3

*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3,4 - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий) и объема времени, выделенного преподавателю на руководство курсовой работой/проектом одного студента, если она предусмотрена.

в п.6 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного студента и объема времени, выделенного в рамках дисциплины на руководство проектом по модулю (если он предусмотрен) одного студента.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Основные понятия теории управления	<p>Основные понятия теории управления: управление, ручное, автоматизированное, автоматическое управление, регулирование, объект управления, управляемые параметры, управляющие и возмущающие воздействия, исполнительное устройство, управляющее устройство, автоматический регулятор, информационный сигнал, управляющий сигнал, первичный преобразователь регулируемого (управляемого) параметра, обратная связь, система автоматического управления, автоматическая система регулирования (АСР). Принципиальная схема системы автоматического управления. Понятие переходного процесса.</p> <p>Классификация АСР. Классификация по программе управления (по виду управляющего воздействия). Классификация по виду передаваемых сигналов: непрерывные, непрерывные с гармонической модуляцией, релейные, импульсные. Классификация по способу математического описания процессов.</p>

		<p>Классификация по степени контроля изменяющихся свойств возмущения. Классификация по способу управления: по возмущению; по рассогласованию; комбинированные.</p>
P2	<p>Модели линейных объектов АСР</p>	<p>Системы с распределенными параметрами (многомерные системы) и «точечные» системы. Условия справедливости «точечной» модели. Моделирование динамики линейных «точечных» систем обыкновенными линейными дифференциальными уравнениями. Однородное линейное дифференциальное уравнение. Неоднородное линейное дифференциальное уравнение. Общие решения ОЛДУ и НЛДУ. Возмущающая функция. Принцип суперпозиции в решении ЛДУ. Понятие переходного процесса. Решение неоднородных обыкновенных линейных дифференциальных уравнений. Модели динамики отдельных устройств, систем, элементов систем. Модель динамики емкости с самовыравниванием уровня. Модель динамики емкости без самовыравнивания уровня. Модель динамики RLC-цепочек. Преобразование Лапласа. Нахождение решения НЛДУ с помощью преобразования Лапласа. Свойства преобразования Лапласа. Предельная теорема. Теорема запаздывания. Таблица преобразования Лапласа. Формы представления изображений. Решетчатая функция. Дискретное преобразование Лапласа. Z-преобразование. Понятие передаточной функции линейной «точечной» непрерывной АСР и ее отдельного звена. Нули и полюса передаточной функции.</p>
P3	<p>Элементарные динамические звенья</p>	<p>Усилительное звено. Интегрирующее звено. Апериодическое звено. Колебательное звено второго порядка. Дифференцирующее звено. Запаздывающее звено. Их передаточные функции. Отклик звеньев на ступенчатое возмущение на входе. Отклик звеньев на осциллирующее возмущение. Колебательное звено n-го порядка при $D < 0$. Демпфирование колебаний. Резонанс. Типизация структуры АСР. Исследование звена реальной АСР на принадлежность типу.</p>
P4	<p>Структурный анализ линейных АСР</p>	<p>Структурная схема линейной АСР. Декомпозиция линейной АСР на типовые звенья. Описание динамики линейной АСР системой обыкновенных линейных дифференциальных уравнений. Преобразования Лапласа для системы уравнений. Получение системы алгебраических линейных уравнений. Вывод передаточной функции АСР. Построение системы алгебраических уравнений по графу линейной АСР. Получение передаточной функции АСР путем решения системы алгебраических линейных уравнений. Характеристическое уравнение линейной АСР. Степени свободы АСР. АСР с двумя и более степенями свободы. Физический смысл модели АСР с двумя и более</p>

		степенями свободы. Последовательное и параллельное соединение звеньев. Звено, охваченное обратной связью.
P5	Частотные характеристики линейных АСР	Переходный процесс при подаче на вход линейного звена или линейной АСР частотного возмущения. Частотные характеристики. Амплитудно-фазовая характеристика (АФХ), амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) и фазо-частотная характеристика (ФЧХ). Логарифмическая АЧХ (ЛАЧХ). Логарифмическая единица «децибел». Построение частотных характеристик в логарифмическом масштабе. Асимптотические ЛАЧХ. Частотные характеристики элементарных звеньев линейных АСР.
P6	Анализ систем линейных	Простые переходные характеристики звеньев. Отклик звеньев на осциллирующее возмущение на входе. Импульсная переходная характеристика. Связь простой и импульсной переходных характеристик. Теорема Дюамеля. Статические и астатические линейные звенья. Статические и астатические линейные АСР. Обеспечение астатизма при регулировании по управляющему воздействию и при регулировании по возмущению. Понятие устойчивости линейных АСР. Устойчивость и корни характеристического уравнения. Необходимое и достаточное условие устойчивости линейной АСР. Анализ устойчивости по положению корней характеристического уравнения. Формальные критерии устойчивости. Критерий устойчивости Раussa. Критерий устойчивости Михайлова. Критерий устойчивости Найквиста. Формулировки критерия для АСР устойчивых в разомкнутом состоянии, неустойчивых в разомкнутом состоянии, АСР с астатизмом и АСР с запаздыванием. Запас устойчивости линейных АСР.
P7	Параметрический и структурный анализ синтез регуляторов.	Параметрический синтез П, ПИ и ПИД-регуляторов. Выведение области устойчивости в плоскости настроек ПИ-регулятора. Понятие синтеза структуры системы. Синтез желаемой ЛАЧХ разомкнутой системы. Синтез системы при последовательном включении корректирующего устройства. Синтез системы при встречно-параллельном включении корректирующего устройства. Синтез системы с компенсацией возмущений.
P8	Регуляторы на базе нечеткой логики	Понятие «нечеткой логики». Правила построения регулятора на базе математического аппарата «нечеткой логики». Примеры АСР, построенных на базе Фазирегулятора.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы (учебный план №№ 5065, 6009)

Код раздела, темы	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P5	1	Частотные характеристики элементарных звеньев линейных АСР	4
P6	2	Устойчивость линейных АСР	4
P7	3	Виртуальная настройка ПИ-регулятора в составе линейной АСР и исследование переходных процессов на модели параметризуемой АСР	9
Всего:			17

4.2. Практические занятия (учебный план №№ 5065, 6009)

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	Модели линейных объектов АСР	9
P3	2	Элементарные динамические звенья	4
P4	3	Структурный анализ линейных АСР	4
Всего:			17

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Получение передаточной функции сложной АСР методом структурных преобразований.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Выведение области устойчивости в плоскости настроек двухпараметрического регулятора (ПИ-регулятора) для АСР, состоящей из последовательного соединения ПИ-регулятора и объекта второго порядка, охваченных обратной связью.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Не предусмотрено.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1				*								
P2				*	*							
P3				*								
P4			*	*								
P5				*								
P6				*	*							
P7			*	*								
P8				*								

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

9.1.1.Основная литература

1. Роточ В.Я. Теория автоматического управления. М.: Изд-во МЭИ, 2011. 375 с.
2. Трофимов А.И., Егупов Н.Д. и др. Методы теории автоматического управления, ориентированные на применение ЭВМ. М. Энергоатомиздат, 2009. 287 с.
3. Солодовников В.В., Плотников В.Н., Яковлев А.В. Теория автоматического управления техническими системами. М.: Изд-во МГУ, 2011. 393 с.

9.1.2.Дополнительная литература

1. Ключев А.С. Автоматическое регулирование. Энергия, 2004.
2. Воронов Ф.М. Основы теории автоматического регулирования и управления. М. Энергоиздат, 1998.
3. Емельянов И.Я., Ефанов А.И., Константинов Л.В. Научно-технические основы управления ядерными реакторами. М. Энергоиздат, 2001.

9.2.Методические разработки

1. Акифьева Н.Н. Методические указания «Управление технологическими процессами атомных электростанций» Типовые задачи с решениями и MATHCAD программами Часть 1. 2010.
2. Акифьева Н.Н. Методические указания «Управление технологическими процессами атомных электростанций» Типовые задачи с решениями и MATHCAD программами Часть 2. 2011.

9.3.Программное обеспечение

MathCAD, Simulink (MatLab).

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru> - зональная научная библиотека

<http://study.urfu.ru> - Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ

9.5.Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

1. Специализированная аудитория оснащённая компьютерами с установленными компьютерными тренажерами – Т-121.
2. Проектор с видеотерминала персонального компьютера на настенный экран – аудитории Т-121, Т-1002.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – 2 (для учебного планов № 5065), **2,5-** (для учебного плана № 6009). Утвержден ученым советом Уральского энергетического института, протокол заседания ученого совета № 8 от 17.10.2016 г.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине
Семестр 5.

1.Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 1,0		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	5, 1-17	34
Расчетно-графическая работа	5, 14	66
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям –0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		

Семестр 6

1.Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	6, 1-9	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям –0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение практических заданий на занятии	6, 10-17	50
Расчетная работа	6, 15	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0		

3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,3		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Выполнение лабораторной работы № 1	6, 12	20
Выполнение лабораторной работы № 2	6, 14	20
Выполнение лабораторной работы № 3	6, 17	60
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– не предусмотрено		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям–0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта
Не предусмотрено

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины
Для очной формы обучения (учебный план №№ 5065, 6009)

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 5	0,5
Семестр 6	0,5

*В случае проведения промежуточной аттестации по дисциплине (экзамена, зачета) методом тестирования используются официально утвержденные ресурсы: АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ, имеющие статус ЭОР УрФУ; ФЭПО (www.фэпо.рф); Интернет-тренажеры (www.i-exam.ru).

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения расчетно-графической работы

Пример 1. Вывести область устойчивости в плоскости настроек регулятора с пропорциональной и интегрирующей частями *и апериодическим объектом*.

Пример 2. Вывести область устойчивости в плоскости настроек регулятора с пропорциональной и интегрирующей частями *и колебательным объектом*.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

Не предусмотрено.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Основные понятия теории управления: управление ручное, автоматизированное.
2. Основные понятия теории управления: автоматическое управление, регулирование.
3. Объект управления, управляемые параметры.
4. Управляющие и возмущающие воздействия.
5. Исполнительное устройство.
6. Управляющее устройство.
7. Автоматический регулятор.
8. Информационный сигнал, управляющий сигнал.
9. Первичный преобразователь регулируемого (управляемого) параметра.
10. Обратная связь.
11. Система автоматического управления.
12. Автоматическая система регулирования (АСР).
13. Принципиальная схема системы автоматического управления.
14. Понятие переходного процесса.
15. Классификация АСР.
16. Классификация АСР по программе управления (по виду управляющего воздействия).
17. Классификация АСР по виду передаваемых сигналов: непрерывные, непрерывные с гармонической модуляцией, релейные, импульсные.
18. Классификация АСР по способу математического описания процессов.
19. Классификация АСР по степени контроля изменяющихся свойств возмущения.
20. Классификация АСР по способу управления: по возмущению; по рассогласованию; комбинированные.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Статические и астатические звенья линейных АСР. Порядок астатизма разомкнутой системы.
2. Разложение в непрерывный ряд Фурье произвольной непериодической функции.
3. Регулирование по управляющему воздействию. Обеспечение астатизма при регулировании по управляющему воздействию.
4. Разложение произвольной периодической функции в ряд Фурье. Запись разложения по комплексным гармоническим функциям.
5. Регулирование по управляющему воздействию и регулирование по возмущению.
6. Исследование реакции системы на возмущение произвольного вида с помощью свертки функции и весовой функции.
7. Понятие устойчивости линейных АСР. Необходимое и достаточное условие устойчивости линейных АСР.
8. Возмущенное движение линейной АСР. «Свободные» и «вынужденные» компоненты возмущенного движения.
9. Необходимый признак устойчивости линейных АСР.
10. Логарифмическая АЧХ. Логарифмическая единица «децибел».
11. Построение частотных характеристик в логарифмическом масштабе.
12. Критерий Михайлова как следствие необходимого и достаточного условия устойчивости линейных АСР.
13. Обеспечение астатизма при регулировании по возмущению.
14. Применение критерия Найквиста для АСР, устойчивых и неустойчивых в разомкнутом состоянии.
15. Оценка степени устойчивости и степени колебательности по распределению корней характеристического уравнения.
16. Запас колебательной устойчивости линейной АСР.
17. Применение критерия Найквиста для астатических АСР и АСР с запаздыванием.
18. Получение дискретной передаточной функции по разностному уравнению дискретного звена линейной АСР на примере ПИ-регулятора.
19. Выведение области настроек двухпараметрического регулятора с требуемым запасом устойчивости.
20. Переходный процесс при подаче на вход линейного звена или линейной АСР частотного возмущения.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются

8.3.9. Примерные задания для проведения расчетной работы.

Получение передаточной функции сложной АСР методом структурных преобразований.

Пользуясь методом «графов», вывести передаточную функцию типовых структур:

- последовательного соединения линейных звеньев;
- параллельного соединения линейных звеньев;
- звена, охваченного жесткой обратной связью
- звена, охваченного обратной связью со звеном на ветви обратной связи.