

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

Кафедра тепловых
электрических станций
(ТеЭн_ТЭФ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Кафедра тепловых электрических
станций (ТеЭн_ТЭФ)

наименование кафедры

доктор техн.наук, проф. Е.А.
Бойко

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
М3 ОБЩЕИНЖЕНЕРНАЯ
ПОДГОТОВКА
АВТОМАТИЗАЦИЯ
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ**

Дисциплина Б1.О.03.11 М3 ОБЩЕИНЖЕНЕРНАЯ ПОДГОТОВКА
Автоматизация теплоэнергетических процессов

Направление подготовки /
специальность

Направленность
(профиль)

Форма обучения

Год набора

очная

2021

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

130000 «ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

13.03.01.30 Теплоэнергетика и теплотехника

Программу
составили

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Цели ОПД «Автоматизация теплоэнергетических процессов» определяются требованиями ФГОС 3+ по направлению подготовки бакалавров по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» и концепцией основной образовательной программы.

Целью дисциплины является изучение общих принципов автоматизированного управления технологическими процессами в тепловой и атомной энергетике.

1.2 Задачи изучения дисциплины

- изучение динамических свойств типовых звеньев систем управления, а так же самого оборудования ТЭС как объектов автоматизации;

- изучение структурных и функциональных схем автоматизированного управления технологическими параметрами оборудования ТЭС;

- изучение типовых законов управления и показателей качества систем автоматического управления технологическими параметрами ТЭС;

- познакомится с методами анализа и синтеза систем автоматического управления.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ОПК-5:Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	
Уровень 1	Схемы, конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики, правила эксплуатации оборудования, сооружений и устройств, технологических систем цеха (подразделения) ТЭС в нормальных, ремонтных, аварийных и послеаварийных режимах работы Принцип работы, схемы подключения, размещение измерительных приборов и датчиков, установленных в цехе (подразделении);Назначение и принцип действия автоматических и регулирующих устройств, технологических защит, блокировок и сигнализации, установленных на оборудовании цеха (подразделения) ТЭС
Уровень 1	Работать с программным обеспечением АСУП

Уровень 1	Владеть опытом оперативного и технического контроля состояния и работы оборудования, механизмов, устройств, находящихся в ведении цеха (подразделения)
-----------	--

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: не требуется

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо как последующие:

Котельные установки

Проектирование тепломеханического оборудования

Тепловые двигатели

Основы эксплуатации теплоэнергетического оборудования

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

e.sfu-kras.ru

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		5
Общая трудоемкость дисциплины	4 (144)	4 (144)
Контактная работа с преподавателем:	1,5 (54)	1,5 (54)
занятия лекционного типа	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия		
практикумы		
лабораторные работы	1 (36)	1 (36)
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	2,5 (90)	2,5 (90)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Зачёт)		

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7

1	<p>Введение. Назначение и функции автоматизации технологических процессов в теплоэнергетике, многоуровневость и подчиненность систем автоматики, локальные системы регулирования технологических параметров основа автоматизации в энергетике. Принципы построения систем автоматического регулирования, принцип обратной связи – основной принцип. Регулирование по возмущению и комбинированные системы.</p>	2	0	4	8	ОПК-5
---	---	---	---	---	---	-------

2	<p>Типовые динамические звенья систем регулирования. Возможность расчленения систем автоматического регулирования на типовые динамические звенья.</p> <p>Динамические характеристики звеньев и систем: дифференциальные уравнения, временные характеристики, передаточные функции, частотные характеристики.</p> <p>Динамические характеристики типовых звеньев: апериодического первого порядка, колебательного второго порядка, интегрирующего, дифференцирующего, запаздывающего, усилительного безынерционного.</p> <p>Способы соединения звеньев в системах автоматического регулирования, последовательное, параллельное, встречно-параллельное.</p>	2	0	4	8	ОПК-5
---	--	---	---	---	---	-------

3	<p>Динамические характеристики теплоэнергетического оборудования. Опытное определение временных характеристик (кривых разгона). Переходные характеристики котла ТП-87: «давление – топливо»; «давление – расход пара»; «уровень воды в барабане – расход питательной воды»; «уровень воды – расход пара». Определение передаточной функции по опытным данным.</p>	2	0	4	12	ОПК-5
---	---	---	---	---	----	-------

4	<p>Законь регулирувания. Типовые законы регулирувания: пропорциональн ый, интегральный, пропорциональн о-интегральный, пропорциональн о-интегрально- дифференциальн ый. Структурные схемы регуляторов. Система автоматического регулирувания с П-регулятором. Передаточная функция системы по управлению, ошибка регулирувания, передаточная функция по возмущению. Повышение быстродействия, уменьшение ошибки, отработка внешнего возмущения. Система автоматического регулирувания с И-регулятором. Передаточная функция системы по управлению, ошибка регулирувания, передаточная функция по возмущению. Повышение порядка системы, возможность возникновения колебаний, нулевая статическая ошибка по</p>	4	0	4	16	ОПК-5
			10			

5	<p>Регулирующие органы теплоэнергетического оборудования. Три типа регулирующих органов: дроссельные, объемные, скоростные. Диапазон регулирования, расходная характеристика. Сервоприводы: электрические, гидравлические, пневматические, с постоянной скоростью, с переменной скоростью. Требования к сервоприводам. Регулятор с сервоприводом переменной скорости, способ формирования закона регулирования, структурная схема регулятора. Регулятор с сервоприводом постоянной скорости, релейный элемент, структурная схема.</p>	2	0	4	12	ОПК-5
---	---	---	---	---	----	-------

6	<p>Устойчивость систем регулирования. Критерии устойчивости, корневые, алгебраические, частотные. Запас устойчивости. Показатели качества систем регулирования. Время регулирования, статическая и динамическая точность, перерегулирование, показатель затухания, интегральные показатели</p>	2	0	10	16	ОПК-5
---	--	---	---	----	----	-------

7	Системы автоматической защиты теплоэнергетического оборудования. Назначение и функции систем защиты, основные и местные устройства защиты. Надежность систем защиты. Примеры защитных устройств. Системы диагностики теплоэнергетического оборудования. Назначение и функции систем диагностики, связь с системой регулирования, принципы построения, технические средства диагностики	4	0	6	18	ОПК-5
Всего		18	0	36	90	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	<p>Назначение и функции автоматизации технологических процессов в теплоэнергетике, многоуровневость и подчиненность систем автоматики, локальные системы регулирования технологических параметров – основа автоматизации в энергетике. Принципы построения систем автоматического регулирования, принцип обратной связи – основной принцип. Регулирование по возмущению и комбинированные системы.</p>	2	0	0
2	2	<p>Типовые динамические звенья систем регулирования. Возможность расчленения систем автоматического регулирования на типовые динамические звенья. Динамические характеристики звеньев и систем: дифференциальные уравнения, временные характеристики, передаточные функции, частотные характеристики. Динамические характеристики типовых звеньев: апериодического первого порядка, колебательного второго порядка, интегрирующего, дифференцирующего, запаздывающего, усилительного безынерционного.</p>	2	0	0

3	3	Опытное определение временных характеристик (кривых разгона).	2	0	0
4	4	Типовые законы регулирования: пропорциональный, интегральный, пропорционально-интегральный, пропорционально-интегрально-дифференциальный. Структурные схемы регуляторов.	4	0	0
5	5	Типовые законы регулирования: пропорциональный, интегральный, пропорционально-интегральный, пропорционально-интегрально-дифференциальный. Структурные схемы регуляторов. Система автоматического регулирования с П-регулятором. Передаточная функция системы по управлению, ошибка регулирования, передаточная функция по возмущению. Повышение быстродействия, уменьшение ошибки, отработка внешнего возмущения.	2	0	0

6	6	Критерии устойчивости, корневые, алгебраические, частотные. Запас устойчивости. Показатели качества систем регулирования. Время регулирования, статическая и динамическая точность, перерегулирование, показатель затухания, интегральные показатели.	2	0	0
7	7	Назначение и функции систем защиты, основные и местные устройства защиты. Надежность систем защиты	4	0	0
Всего			18	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Способы соединения звеньев в системах автоматического регулирования, последовательное, параллельное, встречно-параллельное.	4	0	0

2	2	Система автоматического регулирования с И-регулятором. Передаточная функция системы по управлению, ошибка регулирования, передаточная функция по возмущению.	4	0	0
3	3	Переходные характеристики (кривых разгона). Переходные характеристики котла ТП-87: «давление – топливо»; «давление – расход пара»; «уровень воды в барабане – расход питательной воды»; «уровень воды – расход пара». Определение передаточной функции по опытным данным.	4	0	0
4	4	Структурные схемы регуляторов.	4	0	0
5	5	Определение передаточной функции по опытным данным.	4	0	0
6	6	Структурные схемы регуляторов.	10	0	0
7	7	Определение передаточной функции по опытным данным.	6	0	0
Всего			26	0	0

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Пикалов Ю. А., Секацкий В. С., Пикалов Я. Ю.	Автоматизация измерений, контроля и испытаний: контрольно-измерительные материалы [для магистрантов напр. подг. 27.04.01 (221700.68.01) "Стандартизация и метрология в инновационной сфере"]	Красноярск: СФУ, 2015
Л1.2	Клепиков В.В., Султан-заде Н.М.	Автоматизация производственных процессов: Учебное пособие	Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2018

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Качан А.Д.	Режимы работы и эксплуатации тепловых электрических станций: учеб. пособие для спец. "Тепловые электр. станции"	Минск: Вышэйшая школа, 1978
Л1.2	Капелович Б. Э.	Эксплуатация паротурбинных установок	Москва: Энергоатомиздат, 1985
Л1.3	Плоткин Е. Р., Лейзерович А. Ш.	Пусковые режимы паровых турбин энергоблоков	Москва: Энергия, 1980
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Карамашев А.Н., Тюкпиеков В.Н.	Автоматизация производственных процессов: учебное пособие	Абакан: РИО ХТИ - филиала СФУ, 2010
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Пикалов Ю. А., Секацкий В. С., Пикалов Я. Ю.	Автоматизация измерений, контроля и испытаний: контрольно-измерительные материалы [для магистрантов напр. подг. 27.04.01 (221700.68.01) "Стандартизация и метрология в инновационной сфере"]	Красноярск: СФУ, 2015
Л3.2	Карамашев А.Н., Тюкпиеков В.Н.	Автоматизация производственных процессов: метод. указания	Красноярск: Сиб. федер. ун-т; ХТИ - филиал СФУ, 2009
Л3.3	Клепиков В.В., Султан-заде Н.М.	Автоматизация производственных процессов: Учебное пособие	Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2018

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Автоматизация теплоэнергетических процессов	www.enek.ru
Э2	Автоматизация теплоэнергетических процессов	www.energyed.ru

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

На лекционных занятиях обучающиеся получают демонстрационный раздаточный материал на 1-2 лекции вперед. Материал этот должен носить иллюстративный характер (схемы, графики) и ни в коем случае не подменять конспекта, который слушатель должен составлять самостоятельно. Использование компьютера с проектором существенно улучшает динамику лекций.

На лекции по данной теме обучающийся получает задание на практическое занятие, разъясняет порядок подготовки к нему, уточняет список литературы, подлежащей изучению. Лабораторное занятие проводится в аудитории с использованием схем в соответствии с распределением учебного времени.

Накануне занятия в часы самоподготовки обучаемые, используя учебную литературу, плакаты, изучают технологию оборудования и конструкции по дисциплине, последовательность проведения необходимых расчетов, используемые для этого расчетные зависимости.

Накануне занятия обучающимся целесообразно получить консультацию преподавателя по наиболее сложным вопросам, подлежащим изучению в ходе занятия.

Лабораторный практикум следует проводить в компьютерном классе, используя проверочную методику и лицензионные программы. Подготовительный этап (изучение исходных данных, анализ моделирующего устройства, этапы моделирования) студентами должен выполняться дома.

Видами самостоятельной работы является изучение теоретического материала, подготовка к аудиторным занятиям. Она происходит в течение всего курса и контролируется на занятиях. Студенты используют методические указания, в которых содержится информация о теме, рассматриваемых вопросах, форме проведения занятия.

Лабораторные занятия, практические занятия проводятся на принципе активной, творческой позиции студентов. Роль преподавателя - постановка задач, координация и поддержка деятельности студентов, оценка результатов работы.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	не требуется
-------	--------------

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	ZuluThermo – расчет тепловых сетей
9.2.2	ThemoFlow – расчет тепловых схем ТЭС
9.2.3	WaterSteamPro – расчет теплофизических свойств воды и водяного пара
9.2.4	BoilerDesign – расчет паровых котлов
9.2.5	Simulator РК-10SH, РТ-60-90/13, К-160-130 –имитационные компьютерные тренажеры энергетического оборудования
9.2.6	Moodle – автоматизированная обучающая система
9.2.7	SigmaFlow – трехмерный расчет теплофизических процессов
9.2.8	Fluent – моделирование газодинамических процессов
9.2.9	StarCD – численное моделирование теплофизических и гидродинамических процессов
9.2.10	Ansys – численное моделирование механических систем

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Использование базы компьютерного класса, лабораторного оборудования кафедры тепловых электрических станций, филиалов ООО «Сибирская генерирующая компания» и других мест прохождения научно-производственной практики: Красноярские ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, Назаровская ГРЭС, Минусинская ТЭЦ, Абаканская ТЭЦ, Канская ТЭЦ, Сосновоборская ТЭЦ, Красноярская теплотранспортная компания; ОАО Э.ОН Россия – Березовская ГРЭС, ОАО Газпромэнергохолдинг – Красноярская ГРЭС-2; ОАО НТЭК – Норильские ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, ОАО Полюс; ООО КрасТЭК, ООО Краском, ООО КРЭК, ОАО СибНТЦ, СО РАН Институт теплофизики.