

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

30.06.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.1.23 Метрология, теплотехнические измерения и автоматизация

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки  
(специальность)

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация выпускника

Бакалавр

*(бакалавр/магистр/специалист)*

Направленность

Промышленная теплоэнергетика

Курс 3, 4

Семестр 6, 7

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	2	часов
Лабораторные работы	4	часов
Практические занятия	4	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	10	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	7	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	134	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	7	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	ЭП	СОГЛАСОВАНО	В.А. Хлебников
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра "Энергообеспечение предприятий"

		(наименование кафедры)	
05.03.2021	протокол №	6	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)  
кафедрой(ами).  
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит  
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Фадеев Александр Алерьевич, Технический директор-главный инженер  
Йошкар-Олинской ТЭЦ-2 Филиала Марий Эл и Чувашия ПАО "Т Плюс"  
Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 01.07.2021 г.  
Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ОПК-5 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	ОПК-5.1 Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность	<p><b>знания:</b> Основ метрологии (видов, методов, средств технических измерений и их элементов; классификации видов и составляющих погрешностей измерений; методов оценки и учета случайных погрешностей; метрологических характеристик средств измерений; методик оценки погрешностей при измерениях. Устройства, принципа действия приборов и преобразователей, применяемых в теплотехнических измерениях. Основ теории автоматического управления тепловыми процессами, технических средств автоматизации, типовых систем регулирования барабанных паровых котлов.</p> <p><b>умения:</b> выполнять измерение температуры термометрами (расширения, сопротивления, термоэлектрическими) и пирометрами; измерение давления (разности давления), расхода, уровня, состава газов и жидкостей. Рассчитывать погрешности измерения и поправки в показания приборов. Выбирать в соответствии с заданием тип, метрологические характеристики и шкалу приборов и измерительных преобразователей. Составлять математические модели объекта регулирования, выбирать типовой закон регулирования, рассчитывать оптимальные параметры настройки регулятора по линейному интегральному критерию, строить переходные процессы в объекте и замкнутой АСР.</p> <p><b>навыки:</b> По выбору средств измерений теплотехнических параметров и преобразователей результатов измерений в унифицированные сигналы. По выполнению технических измерений температур, давлений (разности</p>

		давлений), расходов, уровней, состава газов и жидкостей. По обработке результатов измерений и оценке погрешностей. Экспериментального получения переходных характеристик тепловых объектов и преобразования их в передаточные функции. По введению в модель объекта заданного запаса устойчивости. По расчету оптимальных параметров настройки типовых регуляторов и проверки получаемого качества регулирования. Моделирования динамических характеристик тепловых объектов и типовых систем регулирования параметрами барабанных котлов.
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Электротехника и электроника (ОПК-5); практик: Учебная практика. Ознакомительная практика (ОПК-5)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-5)

## Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: имитационное моделирование, лекционные занятия, практические занятия, практические и лабораторные занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания

## Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Основы метрологии. Теплотехнические измерения и приборы. Основы автоматизации тепловых процессов</b>	<b>42</b>	ОПК-5
Лекция. Обзорная лекция по основам метрологии, теплотехническим измерениям и приборам, основам автоматизации тепловых процессов	2	
Практическое занятие. Основы метрологии	2	
Лабораторная работа. Теплотехнические измерения и приборы	2	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы		
Изучение принципа действия АСР нагрузки парового котла. Составление дифференциального уравнения и передаточных функций регулируемого объекта. Получение аналитических выражений для переходных характеристик объекта.	36	
выполнение курсового проекта/работы	30	
Иная контактная работа:	0	

### 7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Основы автоматизации тепловых процессов</b>	<b>34</b>	ОПК-5
Практическое занятие. Основы автоматизации тепловых процессов	2	
Лабораторная работа. Технические средства автоматизации	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение курсового проекта/работы		
Расчет оптимальных параметров настройки ПИ-регулятора при ограничении на корневой показатель колебательности. Получение передаточной функции АСР нагрузки и построение переходного процесса по каналу задания. Оценка качества регулирования	30	
выполнение курсового проекта/работы	38	
Иная контактная работа:	0	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

**Практические и лабораторные занятия** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Подготовка к **практическим и лабораторным занятиям** включает ознакомление с планом занятия; работу с учебниками, учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа осуществляется во внеаудиторной форме. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам. Изучение дисциплины включает выполнение курсового проекта. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Условия аттестации приведены в технологической карте, входящей в состав рабочей программы дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт (БРК).

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Ротач, Виталий Яковлевич. Теория автоматического управления [Текст] : учебник для вузов / В. Я. Ротач. 2-е изд., перераб. и доп. М.: МЭИ, 2004. - 399 с. ISBN 5-7046-0924-4. Экземпляры: всего 18.	18
2.	Плетнев, Геннадий Пантелеймонович. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике [Текст] : [учеб. для студентов вузов 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. М.: МЭИ, 2007. - 351 с. ISBN 5-903072-85-9. Экземпляры: всего 20.	20
3.	Хлебников, Валерий Алексеевич. Теория автоматического управления [Текст] : лаб. практикум / В. А. Хлебников, С. В. Бастркова; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Мар. гос. техн. ун-т". Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. - 87 с. ISBN 978-5-8158-0933-8. Экземпляры: всего 48.	48 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Xlebnikov_teorija_avtomaticheskogo_upravlenija.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Xlebnikov_teorija_avtomaticheskogo_upravlenija.pdf</a>
4.	Иванова, Галина Михайловна. Теплотехнические измерения и приборы [Текст] : [учеб. по направлению подгот. "Теплоэнергетика"] / Г. М. Иванова, Н. Д. Кузнецов, В. С. Чистяков. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МЭИ, 2005. - 458 с. ISBN 5-7046-1046-3. Экземпляры: всего 20.	20
5.	Теплоэнергетика и теплотехника [Текст] : справ. серия : в 4 кн. / под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. Кн. 2 : Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент : справочник / [А. А. Александров, Б. С. Белосельский, А. Г. Вайнштейн и др.], 2001. - 561 с. ISBN 5-7046-0512-5. Экземпляры: всего 5.	5
6.	Теплоэнергетика и теплотехника [Текст] : справ. серия : в 4 кн. / под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. Кн. 4 : Промышленная теплоэнергетика и теплотехника : справочник / [Б. Г. Борисов, К. Б. Борисов, В. М. Бродянский и др.], 2004. - 630 с. ISBN 5-7046-0514-1. Экземпляры: всего 6.	6
7.	Семенов, Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс] / Семенов Б. А. 2-е изд., доп. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 400 с. ISBN 978-5-8114-1392-8.	<a href="https://e.lanbook.com/book/211124">https://e.lanbook.com/book/211124</a>
<b>ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ</b>		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	<a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a>

3.	Издательство Springer (SpringerOpen)	<a href="https://www.springeropen.com">https://www.springeropen.com</a>
4.	Издательство Elsevier	<a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>
5.	Издательство SpringerNature	<a href="https://www.nature.com/">https://www.nature.com/</a>

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
-----------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------	-------------------------

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

### 7.1. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

1. Какое управление называется автоматическим? Приведите примеры из области теплоэнергетики.
2. Какое управление называется ручным? Приведите примеры ручного управления в теплоэнергетике.
3. В чем отличия автоматизированного, автоматического и ручного управления? Приведите примеры этих видов управления.
4. В чем состоит различие между понятиями «управление» и «регулирование»? Приведите примеры управления и регулирования.
5. Как называется техническое устройство, реализующее регулирование? Какие к нему предъявляются требования?
6. Что называется автоматической системой регулирования (АСР)? Приведите примеры АСР для парового котла.
7. Какие параметры характеризуют состояние объекта управления (парового котла)?
8. Что называется возмущениями? Приведите примеры возмущений для парового котла.
9. Для чего при синтезе АСР необходим критерий управления? Приведите примеры критериев управления.
10. Какие задачи решаются при реализации информационных функций АСУТП?
11. Как выполняется контроль температур на паровом котле? Приведите примеры.
12. Как выполняется контроль давлений на паровом котле? Приведите примеры.
13. Как выполняется контроль расходов на паровом котле? Приведите примеры.
14. Из каких преобразователей состоит измерительный канал? Приведите примеры.
15. Какие приборы относятся к регистрирующим? Приведите примеры.

### Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

16. Какое управление называется автоматическим? Приведите примеры из области теплоэнергетики.
17. Какое управление называется ручным? Приведите примеры ручного управления в теплоэнергетике.
18. В чем отличия автоматизированного, автоматического и ручного управления? Приведите примеры этих видов управления.
19. В чем состоит различие между понятиями «управление» и «регулирование»? Приведите



примеры управления и регулирования.

20. Как называется техническое устройство, реализующее регулирование? Какие к нему предъявляются требования?
21. Что называется автоматической системой регулирования (АСР)? Приведите примеры АСР для парового котла.
22. Какие параметры характеризуют состояние объекта управления (парового котла)?
23. Что называется возмущениями? Приведите примеры возмущений для парового котла.
24. Для чего при синтезе АСР необходим критерий управления? Приведите примеры критериев управления.
25. Какие задачи решаются при реализации информационных функций АСУТП?
26. Как выполняется контроль температур на паровом котле? Приведите примеры.
27. Как выполняется контроль давлений на паровом котле? Приведите примеры.
28. Как выполняется контроль расходов на паровом котле? Приведите примеры.
29. Из каких преобразователей состоит измерительный канал? Приведите примеры.
30. Какие приборы относятся к регистрирующим? Приведите примеры.