

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.О.03.11 М3 ОБЩЕИНЖЕНЕРНАЯ ПОДГОТОВКА

Автоматизация теплоэнергетических процессов

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль)

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Форма обучения

очная

Год набора

2021

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

---

должность, инициалы, фамилия

## 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;
- познакомиться с методами анализа и синтеза систем автоматического управления.

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

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Запланированные результаты обучения по дисциплине  |
|--|--|
| <b>ОПК-6: Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники</b>                  |  |
| ОПК-6.1: Выбирает средства измерения, проводит измерения неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность | средства измерения электрических и неэлектрических величин<br>проводить измерения неэлектрических величин, обрабатывать результаты измерений, оценивать их погрешность<br>методиками проведения измерения неэлектрических величин, обработки результатов измерений |

### 1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

URL-адрес и название электронного обучающего курса: e.sfu-kras.ru.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

| Вид учебной работы                         | Всего,<br>зачетных<br>единиц<br>(акад. час) | е |
|--|---|---|
|  |   | 1 |
| <b>Контактная работа с преподавателем:</b> | <b>1,5 (54)</b>                             |   |
| занятия лекционного типа                   | 0,5 (18)                                    |   |
| лабораторные работы                        | 1 (36)                                      |   |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся:</b> | <b>2,5 (90)</b>                             |   |
| курсовое проектирование (КП)               | Нет   |   |
| курсовая работа (КР)                       | Нет   |   |

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

|   |  | Контактная работа, ак. час.    |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|---|--|--------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|--|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| №<br>п/п  | Модули, темы (разделы) дисциплины  | Занятия<br>лекционного<br>типа |                          | Занятия семинарского типа                 |                          |  |                          | Самостоятельная<br>работа, ак. час. |                          |
|   |  |                                |                          | Семинары и/или<br>Практические<br>занятия |                          | Лабораторные<br>работы и/или<br>Практикумы |                          |                                     |                          |
|   |  | Всего                          | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                                     | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                                      | В том<br>числе в<br>ЭИОС | Всего                               | В том<br>числе в<br>ЭИОС |
| <b>1. Введение. Назначение и функции автоматизации технологических процессов в теплоэнергетике, многоуровневость и</b>      |  |                                |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|   | 1. 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. | 2                              |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |
|   | 2. Способы соединения звеньев в системах автоматического регулирования, последовательное, параллельное, встречно-параллельное.   |                                |                          |   |                          | 4  |                          |                                     |                          |
|   | 3. Технологический объект управления как преобразователь вещества, энергии и информации  |                                |                          |   |                          |  |                          | 8                                   |                          |
| <b>2. Типовые динамические звенья систем регулирования. Возможность расчленения систем автоматического регулирования на</b> |  |                                |                          |   |                          |  |                          |                                     |                          |

|  |   |  |  |  |   |  |    |  |
|--|---|--|--|--|---|--|----|--|
| 1. Типовые динамические звенья систем регулирования.<br>Возможность расчленения систем автоматического регулирования на типовые динамические звенья.<br>Динамические характеристики звеньев и систем: дифференциальные уравнения, временные характеристики, передаточные функции, частотные характеристики.<br>Динамические характеристики типовых звеньев: апериодического первого порядка, колебательного второго порядка, интегрирующего, дифференцирующего, запаздывающего, усилительного безынерционного. | 2 |  |  |  |   |  |    |  |
| 2. Система автоматического регулирования с И-регулятором. Передаточная функция системы по управлению, ошибка регулирования, передаточная функция по возмущению.  |   |  |  |  | 4 |  |    |  |
| 3. Типовые динамические звенья систем регулирования  |   |  |  |  |   |  | 8  |  |
| <b>3. Динамические характеристики теплоэнергетического оборудования. Опытное определение временных характеристик</b>   |   |  |  |  |   |  |    |  |
| 1. Опытное определение временных характеристик (кривых разгона).   | 2 |  |  |  |   |  |    |  |
| 2. Переходные характеристики (кривых разгона).<br>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 опытными данным.   |   |  |  |  | 4 |  |    |  |
| 3. Опытное определение временных характеристик (кривых разгона).   |   |  |  |  |   |  | 12 |  |
| <b>4. Законы регулирования. Типовые законы регулирования: пропорциональный, интегральный, пропорционально-</b>   |   |  |  |  |   |  |    |  |

|  |   |  |  |  |   |  |    |  |
|--|---|--|--|--|---|--|----|--|
| 1. Типовые законы регулирования: пропорциональный, интегральный, пропорционально-интегральный, пропорционально-интегрально-дифференциальный. Структурные схемы регуляторов.  | 4 |  |  |  |   |  |    |  |
| 2. Структурные схемы регуляторов.  |   |  |  |  | 4 |  |    |  |
| 3. Структурные схемы регуляторов.  |   |  |  |  |   |  | 16 |  |
| <b>5. Регулирующие органы теплоэнергетического оборудования. Три типа регулирующих органов: дроссельные, объемные,</b>   |   |  |  |  |   |  |    |  |
| 1. 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 |  |  |  |   |  |    |  |
| 2. Определение передаточной функции по опытным данным.   |   |  |  |  | 4 |  |    |  |
| 3. Система автоматического регулирования с И-регулятором. Передаточная функция системы по управлению, ошибка регулирования, передаточная функция по возмущению.  |   |  |  |  |   |  | 12 |  |
| <b>6. Устойчивость систем регулирования. Критерии устойчивости, корневые, алгебраические, частотные. Запас устойчивости.</b>   |   |  |  |  |   |  |    |  |
| 1. Критерии устойчивости, корневые, алгебраические, частотные. Запас устойчивости. Показатели качества систем регулирования. Время регулирования, статическая и динамическая точность, перерегулирование, показатель затухания, интегральные показатели.   | 2 |  |  |  |   |  |    |  |

|   |    |  |  |  |    |  |    |  |
|---|----|--|--|--|----|--|----|--|
| 2. Структурные схемы регуляторов.   |    |  |  |  | 10 |  |    |  |
| 3. Показатели качества систем регулирования   |    |  |  |  |    |  | 16 |  |
| <b>7. Системы автоматической защиты теплоэнергетического оборудования. Назначение и функции систем защиты, основные и</b> |    |  |  |  |    |  |    |  |
| 1. Назначение и функции систем защиты, основные и местные устройства защиты. Надежность систем защиты                     | 4  |  |  |  |    |  |    |  |
| 2. Определение передаточной функции по опытными данным.   |    |  |  |  | 6  |  |    |  |
| 3. надежность систем защиты   |    |  |  |  |    |  | 18 |  |
| 4.  |    |  |  |  |    |  |    |  |
| Всего   | 18 |  |  |  | 36 |  | 90 |  |



## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Качан А.Д. Режимы работы и эксплуатации тепловых электрических станций: учеб. пособие для спец. "Тепловые электр. станции"(Минск: Вышэйшая школа).
2. Капелович Б. Э. Эксплуатация паротурбинных установок(Москва: Энергоатомиздат).
3. Плоткин Е. Р., Лейзерович А. Ш. Пусковые режимы паровых турбин энергоблоков(Москва: Энергия).
4. Карамашев А.Н., Тюкпиеков В.Н. Автоматизация производственных процессов: учебное пособие(Абакан: РИО ХТИ - филиала СФУ).
5. 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).
6. Карамашев А.Н., Тюкпиеков В.Н. Автоматизация производственных процессов: метод. указания(Красноярск: Сиб. федер. ун-т; ХТИ - филиал СФУ).
7. Клепиков В.В., Султан-заде Н.М. Автоматизация производственных процессов: Учебное пособие(Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М").

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. не требуется

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. ZuluThermo – расчет тепловых сетей
2. ThemoFlow – расчет тепловых схем ТЭС
3. WaterSteamPro – расчет теплофизических свойств воды и водяного пара
4. BoilerDesign – расчет паровых котлов
5. Simulator РК-10SH, РТ-60-90/13, К-160-130 –имитационные компьютерные тренажеры энергетического оборудования
6. Moodle – автоматизированная обучающая система
7. SigmaFlow – трехмерный расчет теплофизических процессов
8. Fluent – моделирование газодинамических процессов
9. StarCD – численное моделирование теплофизических и гидродинамических процессов
10. Ansys – численное моделирование механических систем

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 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.