

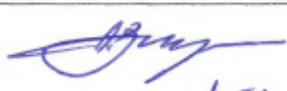
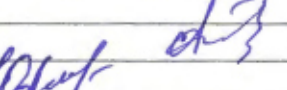
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИИПЭ

Матвеев А.С.  
«29» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная**

| Автоматизация тепловых процессов                                                                                                                                                                                     |                                          |         |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------|-----|
| Направление подготовки<br>Образовательная программа<br>(направленность (профиль))<br>Специализация<br>Уровень образования<br><br>Курс<br>Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)<br>Виды учебной деятельности | 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  |         |     |
|                                                                                                                                                                                                                      | Инженерия теплоэнергетики и теплотехники |         |     |
|                                                                                                                                                                                                                      | Промышленная теплоэнергетика             |         |     |
|                                                                                                                                                                                                                      | высшее образование – бакалавриат         |         |     |
|                                                                                                                                                                                                                      | 5                                        | семестр | 10  |
|                                                                                                                                                                                                                      | 5                                        |         |     |
| Временной ресурс                                                                                                                                                                                                     |                                          |         |     |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                                                                                                                                                                                 | Лекции                                   |         | 8   |
|                                                                                                                                                                                                                      | Практические занятия                     |         | -   |
|                                                                                                                                                                                                                      | Лабораторные занятия                     |         | 6   |
|                                                                                                                                                                                                                      | ВСЕГО                                    |         | 14  |
| Самостоятельная работа, ч                                                                                                                                                                                            |                                          |         | 166 |
| ИТОГО, ч                                                                                                                                                                                                             |                                          |         | 180 |

|                                                                                                                   |                                                                                      |                              |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------|
| Вид промежуточной аттестации                                                                                      | Экзамен                                                                              | Обеспечивающее подразделение | НОЦ<br>И.Н. Бутакова |
| Заведующий кафедрой –<br>руководитель НОЦ И.Н.<br>Бутакова на правах кафедры<br>Руководитель ООП<br>Преподаватель |  |                              | А.С. Заворин         |
|                                                                                                                   |  |                              | А.М. Антонова        |
|                                                                                                                   |   |                              | Ю.К. Атрошенко       |

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                                                  | Индикаторы достижения компетенций |                                                                                                       | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции) |                                                                                                                                           |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                                                           | Код индикатора                    | Наименование индикатора достижения                                                                    | Код                                                         | Наименование                                                                                                                              |
| ПК(У)-5         | Способен управлять технологическим оборудованием, контролировать параметры процессов и показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла | И.ПК(У)-5.1                       | Демонстрирует понимание основ автоматического управления и регулирования.                             | ПК(У)-5.1B1                                                 | Владеет опытом анализа схем систем автоматического регулирования и управления технологическими процессами системы теплоснабжения          |
|                 |                                                                                                                                                                                           |                                   |                                                                                                       | ПК(У)-5.1У1                                                 | Умеет моделировать структуры и схемы систем автоматического регулирования и управления технологическими процессами системы теплоснабжения |
|                 |                                                                                                                                                                                           |                                   |                                                                                                       | ПК(У)-5.131                                                 | Знает основные принципы построения систем автоматического регулирования и управления системы теплоснабжения                               |
|                 |                                                                                                                                                                                           | И.ПК(У)-5.2                       | Выбирает технические средства измерения и контроля теплотехнических параметров системы теплоснабжения | ПК(У)-5.2B1                                                 | Владеет опытом выбора технических средств измерения и контроля теплотехнических параметров системы теплоснабжения                         |
|                 |                                                                                                                                                                                           |                                   |                                                                                                       | ПК(У)-5.2У1                                                 | Умеет выбирать технические средства измерения и контроля теплотехнических параметров системы теплоснабжения                               |
|                 |                                                                                                                                                                                           |                                   |                                                                                                       | ПК(У)-5.231                                                 | Знает методы и технические средства измерения и контроля теплотехнических параметров системы теплоснабжения                               |

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                                                                                                  | Индикатор достижения компетенции |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                     |                                  |
| РД 1                                          | Знание фундаментальных принципов регулирования, характеристики элементарных звеньев, назначение технических средств автоматизации, применяемых в теплоэнергетике | И.ПК(У)-5.1<br>И.ПК(У)-5.2       |
| РД 2                                          | Умеет анализировать теплоэнергетические объекты в качестве объектов управления и подбирать законы и схемы регулирования в зависимости от их свойств              | И.ПК(У)-5.1<br>И.ПК(У)-5.2       |
| РД 3                                          | Владеет опытом выполнения преобразований и расчета переходных процессов в АСР с заданной структурой                                                              | И.ПК(У)-5.1<br>И.ПК(У)-5.2       |

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### Основные виды учебной деятельности

| Разделы дисциплины | Формируемый | Виды учебной деятельности | Объем |
|--------------------|-------------|---------------------------|-------|
|--------------------|-------------|---------------------------|-------|

|                                                           | результат обучения по дисциплине |                        | времени, ч. |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------|-------------|
| <b>Раздел 1. Основы теории автоматического управления</b> | РД1<br>РД3                       | Лекции                 | 3           |
|                                                           |                                  | Практические занятия   | -           |
|                                                           |                                  | Лабораторные занятия   | 3           |
|                                                           |                                  | Самостоятельная работа | 54          |
| <b>Раздел 2. Технические средства автоматизации</b>       | РД1<br>РД2                       | Лекции                 | 3           |
|                                                           |                                  | Практические занятия   | -           |
|                                                           |                                  | Лабораторные занятия   | 3           |
|                                                           |                                  | Самостоятельная работа | 54          |
| <b>Раздел 3. АСР теплоэнергетических параметров</b>       | РД2                              | Лекции                 | 2           |
|                                                           |                                  | Практические занятия   | -           |
|                                                           |                                  | Лабораторные занятия   | -           |
|                                                           |                                  | Самостоятельная работа | 58          |

Содержание разделов дисциплины:

### **Раздел 1. Основы теории автоматического управления**

Введение в автоматизацию. Фундаментальные принципы управления. Классификация систем управления. Входные и выходные сигналы. Характеристики элементарных звеньев. Классификация регуляторов. Законы непрерывного регулирования. Правила выбора регуляторов. Устойчивость автоматических систем регулирования. Критерии устойчивости. Параметры настройки регуляторов, методы расчета.

#### **Темы лекций:**

1. Основные понятия автоматизации, классификация систем управления.
2. Входные сигналы и реакция АСР, элементарные звенья.
3. Классификация регуляторов.
4. Устойчивость и критерии устойчивости. Параметры настройки регуляторов.

#### **Темы практических занятий:**

1. Переходные характеристики элементарных звеньев и АСР;
2. Частотные характеристики элементарных звеньев и АСР;
3. Алгебраические критерии устойчивости АСР;
4. Частотные критерии устойчивости АСР;
5. Расчет импульсного регулятора;
6. Релейные регуляторы;
7. Оптимальные параметры настройки регуляторов.

#### **Названия лабораторных работ:**

1. Оценка качества переходных процессов в АСР;
2. Исследование одноконтурной системы регулирования с П- и ПИ-регулятором;
3. Исследование одноконтурной системы регулирования с ПИ- и ПИД-регулятором;
4. Исследование одноконтурной системы регулирования с ПИ-регулятором в условиях возмущения на объект регулирования.

### **Раздел 2. Технические средства автоматизации**

Иерархия уровней АСУ ТП. Типовой состав технических средств автоматизации и контроля одноконтурных АСР.

#### **Темы лекций:**

5. Уровневая структура АСУ ТП, функции уровней систем;
6. Состав технических средств автоматизации и контроля, типовые методы измерения теплоэнергетических параметров;
7. Назначение, функции технических средств автоматизации, типовые модели и основные критерии выбора ТСА.

**Темы практических занятий:**

8. Передаточные функции и переходные характеристики первичных измерительных преобразователей.

**Названия лабораторных работ:**

5. Изучение временных характеристик регулирующих органов АСР.
6. Изучение временных характеристик исполнительных механизмов АСР.

|                                                     |
|-----------------------------------------------------|
| <b>Раздел 3. АСР теплоэнергетических параметров</b> |
|-----------------------------------------------------|

Типовые схемы АСР параметров барабанных паровых котлов. АСР параметров водогрейных котлов и теплообменного оборудования.

**Темы лекций:**

8. Свойства паровых котлов как объекта регулирования;
9. АСР питания барабанных парогенераторов;
10. АСР температуры перегретого пара барабанных парогенераторов;
11. АСР процесса горения барабанных парогенераторов;
12. АСР параметров водогрейных котлов, АСР параметров пластинчатых и кожухотрубчатых теплообменников.

**Темы практических занятий:**

8. Исследование устойчивости АСР во временной области и в плоскости корней характеристического уравнения;
9. Исследование устойчивости АСР с помощью критерия Михайлова;
10. Фундаментальные принципы регулирования;
11. Разработка структурной схемы одноконтурной системы регулирования;
12. Разработка функциональной схемы одноконтурной системы регулирования;
13. Составление заказной спецификации приборов и средств автоматизации одноконтурной системы регулирования.

**Названия лабораторных работ:**

7. Моделирование системы автоматического регулирования процесса нагрева (терморегулятор);
8. Моделирование системы автоматического регулирования уровня в промышленном резервуаре.

## **5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирурующих мероприятий и др.);

- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

1. Андык В.С. Автоматизированные системы управления технологическими процессами на ТЭС: учебник. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – 407 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/352908>)
2. Атрошенко Ю.К. Измерение теплоэнергетических параметров: учебное пособие / Ю. К. Атрошенко, П. А. Стрижак. – Томск: АлКом, 2017. – 163 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/363106> )
3. Стрижак П.А., Глушков Д.О. Микропроцессорные контроллеры и средства управления: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 144 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/274873>)

### **Дополнительная литература**

1. Плетников С.Б., Силуянов Д.Б. Автоматизация технологических процессов тепловых электростанций. – М.: Испо – Сервис, 2001. – 153 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/30152>)
2. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления. – Спб.: Профессия, 2007. – 747 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/261550>)
3. Кориков А.М. Основы теории управления: Учебное пособие. 2-е изд. – Томск: НЛТ, 2002. – 391 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/61343>)
4. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: справочник / Под ред. А.В. Клименко; В.М. Орина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МЭИ, 2004.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/78263>)
5. Промышленные приборы и средства автоматизации: Справочник / Под редакцией В.В. Черенкова. – Л.: Машиностроение, 1987. – 847 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/33623>)
6. Ротач В.Я. Теория автоматического управления. – М.: Издательство МЭИ, 2008. – 394 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/252368>)

## 6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Научная электронная библиотека eLibrary.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: [elibrary.ru](http://elibrary.ru), свободный. – Загл. с экрана.
2. Дискуссионный клуб специалистов АСУ ТП [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://asutpforum.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
3. Автоматизация в промышленности [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.avtprom.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
4. Автоматизация и современные технологии [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.mashin.ru/eshop/journals/avtomatizaciya\\_i\\_sovremennye\\_tehnologii/](http://www.mashin.ru/eshop/journals/avtomatizaciya_i_sovremennye_tehnologii/), свободный. – Загл. с экрана.
5. Автоматизация процессов управления [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://apu.npomars.com/ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
6. Промышленные АСУ и контроллеры [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://asu.tgizd.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
7. Современные технологии автоматизации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cta.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Office;
2. AutoCAD;
3. 7-Zip;
4. Adobe Acrobat Reader DC;
5. Adobe Flash Player;
6. AkelPad;
7. Cisco Webex Meetings;
8. Document Foundation LibreOffice;
9. Tracker Software PDF-XChange Viewer;
10. WinDjView;
11. Zoom Zoom.

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

| №  | Наименование специальных помещений                                                                                                                                                                                            | Наименование оборудования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс)<br>634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 28 | Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест; Шкаф для одежды - 2 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Тумба стационарная - 10 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Компьютер - 13 шт.; Принтер - 4 шт.<br>WinDjView; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Dassault Systemes SOLIDWORKS 2020 Education; Google Chrome; MathWorks MATLAB Full Suite R2017b; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic Floating; Mozilla Firefox ESR; PTC Mathcad 15 Academic Floating; Tracker Software PDF-XChange Viewer |
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации                                                                                     | Анализатор дымовых газов Testo350 - 1 шт.; Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Стол письменный - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|    |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 406                                                                                                                                              | ownCloud Desktop Client; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Cisco Webex Meetings; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Zoom Zoom |
| 3. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 401 | Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.                                                                                                                                                                     |

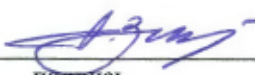
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» специализация «Промышленная теплоэнергетика» (приема 2019 г., заочная форма обучения).

Разработчик:

| Должность                                          | ФИО            |
|----------------------------------------------------|----------------|
| Старший преподаватель<br>НОЦ И.Н. Бутакова, к.т.н. | Ю.К. Атрошенко |

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол № 29 от 30.05.2019 г.).

Заведующий кафедрой – руководитель НОЦ И.Н. Бутакова  
на правах кафедры  
д.т.н., профессор

 /А.С. Заворин/  
подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год              | Содержание /изменение                                                                        | Обсуждено на заседании<br>НОЦ И.Н. Бутакова<br>(протокол) |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 2020/2021<br>учебный год | Изменена форма документов основных<br>образовательных программ, в том числе УМК<br>дисциплин | Приказ по ТПУ<br>№127-7/об от<br>06.05.2020               |
|                          |                                                                                              |                                                           |