

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.ДВ.02.01** Принципы эффективного управления технологическими процессами в теплоэнергетике

Учебный план: \_\_\_\_\_ ФГОС3++m130401.21-12\_26-12.plx

Кафедра: 32 Автоматизации технологических процессов и производств

Направление подготовки:  
(специальность) 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:  
(специализация) Технология производства электрической и тепловой энергии

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

| Семестр<br>(курс для ЗАО) |     | Контактная работа обучающихся |                   | Сам.<br>работа | Контроль,<br>час. | Трудоё<br>мкость,<br>ЗЕТ | Форма<br>промежуточной<br>аттестации |
|---------------------------|-----|-------------------------------|-------------------|----------------|-------------------|--------------------------|--------------------------------------|
|                           |     | Лекции                        | Практ.<br>занятия |                |                   |                          |                                      |
| 3                         | УП  | 17                            | 17                | 37,75          | 0,25              | 2                        | Зачет                                |
|                           | РПД | 17                            | 17                | 37,75          | 0,25              | 2                        |                                      |
| Итого                     | УП  | 17                            | 17                | 37,75          | 0,25              | 2                        |                                      |
|                           | РПД | 17                            | 17                | 37,75          | 0,25              | 2                        |                                      |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 146

Составитель (и):

Кандидат технических наук, заведующий кафедрой

Кандидат технических наук, доцент

Ковалёв Д.А.

Шарякова О.Л.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой автоматизации  
технологических процессов и производств

Ковалёв Д.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Злобин В.Г.

Методический отдел:

Фахретдинова А. Р.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области основ автоматического управления, необходимых для исследования и проектирования систем и средств автоматизации и управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии.

**1.2 Задачи дисциплины:**

Основными задачами дисциплины является формирование у студентов практических навыков анализа и синтеза систем автоматического управления.

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК-3.2: Способен формулировать задания на разработку решений, связанных с модернизацией оборудования, совершенствованию технологических схем тепловой и электрической энергии, повышением экологической безопасности</b>                                                                                    |
| <b>Знать:</b> принципы иерархического подхода к проектированию вновь создаваемых многоуровневых автоматизированных систем управления; свойства объектов управления, методов математического описания динамических систем, типовых алгоритмов автоматического управления, видов управляющих воздействий на ТЭС. |
| <b>Уметь:</b> применять приобретенные знания при построении автоматизированных систем управления объектами ТЭС                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Владеть:</b> математическими методами анализа и синтеза автоматических систем управления объектов ТЭС                                                                                                                                                                                                       |
| <b>ПК-4.2: Готов к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонту и модернизации оборудования при производстве тепловой и электрической энергии</b>                                                                                                                                        |
| <b>Знать:</b> свойства объектов управления, методов математического описания динамических систем, типовых алгоритмов автоматического управления, видов управляющих воздействий на ТЭС; основные методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в теплоэнергетике           |
| <b>Уметь:</b> анализировать информацию об информационных, управляющих и вспомогательных функциях АСУТП; приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, расширять и углублять свое научное мировоззрение, в том числе с помощью информационных технологий.                       |
| <b>Владеть:</b> методами анализа и проведения диагностики систем управления на ТЭС                                                                                                                                                                                                                             |

### 3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий                                                                                                                                                                                                                                  | Семестр<br>(курс для<br>ЗАО) | Контактная<br>работа |               | СР<br>(часы) | Форма<br>текущего<br>контроля |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------|---------------|--------------|-------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                              | Лек.<br>(часы)       | Пр.<br>(часы) |              |                               |
| Раздел 1. Математическое описание объектов управления                                                                                                                                                                                                                                      | 3                            |                      |               |              | О                             |
| Тема 1. Основные характеристики и свойства объектов регулирования<br>Основные понятия и определения теории автоматического управления. Терминология и стандарты. Характеристики систем. Классификация систем управления                                                                    |                              | 1                    |               | 1            |                               |
| Тема 2. Методы математического описания объектов регулирования<br>Общая характеристика различных видов математического описания автоматических систем. Виды математического описания непрерывных систем.                                                                                   |                              | 1,5                  |               | 2            |                               |
| Тема 3. Исследование функциональных элементов САУ. Исследование динамических свойств типовых звеньев. История появления и развития автоматических систем. Математические модели и преобразование Лапласа в задачах теории управления.                                                      |                              | 1,5                  |               | 1            |                               |
| Раздел 2. Промышленные регуляторы                                                                                                                                                                                                                                                          |                              |                      |               |              |                               |
| Тема 4. Функциональная схема автоматического регулятора<br>Типовая функциональная схема системы автоматического управления. Последовательное, параллельное и комбинированное соединения типовых динамических звеньев. Понятие обратной связи. Правила преобразования структурных схем      |                              | 1                    |               | 2            | О                             |
| Тема 5. Классификация регуляторов<br>Виды коррекции. Корректирующие звенья последовательного типа. Корректирующие звенья параллельного типа. Способы увеличения запасов устойчивости систем управления. Понятие типового алгоритма управления. Классификация типовых алгоритмов управления |                              | 1,5                  |               | 3            |                               |
| Тема 6. Правила преобразования структурных схем. Структурное представление систем управления. Исследование типовых алгоритмов управления.                                                                                                                                                  |                              | 1                    |               | 2            |                               |

|                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |     |       |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|-------|---|
| Раздел 3. Расчет настроек регуляторов в линейных непрерывных системах                                                                                                                                                                                                 |       |     |       |   |
| Тема 7. Выбор алгоритма управления. П-регулятор. ПИ-регулятор. ПД-регулятор. И регулятор. ПИД-регулятор. Упрощенные формулы для расчета настроек регуляторов. Методы расчета настроек регуляторов                                                                     | 2     | 5,5 | 5,75  | О |
| Тема 8. Расчет настроек цифровых регуляторов<br>Общие сведения о цифровых системах. Дискретные алгоритмы управления и дискретная коррекция. Аналого-цифровые преобразователи. Цифро-аналоговые преобразователи. Синтез систем управления с ЦВМ                        | 1,5   |     | 3     |   |
| Тема 9. Упрощенные формулы для расчета настроек регуляторов. Частотные методы расчета настроек регуляторов. Методы расчета настроек цифровых регуляторов. Аналого-цифровые преобразователи. Цифро-аналоговые преобразователи. Общие сведения о цифровых системах.     | 1,5   | 5,5 | 6     |   |
| Раздел 4. Автоматизация технологических процессов в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии                                                                                                                                                                   |       |     |       |   |
| Тема 10. Регулирование основных параметров технологических процессов<br>Применение пакетов SCADA-систем. Назначение, цели и задачи SCADA-систем. Области применения SCADA-систем. Классификация SCADA-систем. Зарубежные SCADA-системы. Российские SCADA-системы      | 1,5   |     | 3     | О |
| Тема 11. Типовые схемы автоматизации технологических процессов<br>Следящие системы автоматического управления. Автоматизация гидромеханических процессов. Автоматизация тепловых процессов. Автоматизация массообменных процессов. Автоматизация реакторных процессов | 1     |     | 2     |   |
| Тема 12. Расчет системы управления теплообменными аппаратами. Области применения SCADA-систем. Применение пакетов SCADA-систем.                                                                                                                                       | 2     | 6   | 7     |   |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО)                                                                                                                                                                                                                                   | 17    | 17  | 37,75 |   |
| Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)                                                                                                                                                                                                                       | 0,25  |     |       |   |
| <b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>                                                                                                                                                                                                                     | 34,25 |     | 37,75 |   |

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

## 5 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Использование балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

## 6. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

### 6.1 Показатели оценивания

| Код компетенции | Показатели оценивания результатов обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3.2          | 1. Разбирается в основных формах и структурных схемах САУ, понимает основные алгоритмы управления технологическими процессами на ТЭС.<br>2. Способен выбирать структуру системы автоматического управления и тип регулятора для эффективного управления технологическими процессами на ТЭС.<br>3. Демонстрирует владение математическими методами анализа и расчета настроек регуляторов, оформления документации на разрабатываемые САУ       |
| ПК-4.2          | 1. Демонстрирует знание аналитических и численных методов при разработке математических моделей САУ на ТЭС, а также знание методов проведения диагностики систем управления.<br>2. Способен выбирать структуру САУ и рассчитывать ее элементы, проводить анализ систем управления технологическими процессами.<br>3. Владеет методами стандартных испытаний систем автоматического управления, а также методами диагностики систем управления. |

### 6.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания | Критерии оценивания сформированности компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|                  | Устное собеседование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Письменная работа |
| Зачтено          | Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основных законов и критериев, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы преподавателя. При правильном ответе на практическое задание.                                                                             |                   |
| Не зачтено       | Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные законы и критерии; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. При неправильном ответе на практическое задание. |                   |

### 6.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

#### 6.3.1 Типовые контрольные вопросы

| № п/п     | Формулировки вопросов                                        |
|-----------|--------------------------------------------------------------|
| Семестр 3 |                                                              |
| 1         | Автоматизация массообменных процессов.                       |
| 2         | Автоматизация тепловых процессов.                            |
| 3         | Автоматизация гидромеханических процессов.                   |
| 4         | Следящие системы автоматического управления.                 |
| 5         | Типовые схемы автоматизации технологических процессов.       |
| 6         | Классификация SCADA-систем.                                  |
| 7         | Области применения SCADA-систем.                             |
| 8         | Назначение, цели и задачи SCADA-систем.                      |
| 9         | Применение пакетов SCADA-систем.                             |
| 10        | Регулирование основных параметров технологических процессов. |

|    |                                                                                           |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 | Синтез систем управления с ЦВМ.                                                           |
| 12 | Цифро-аналоговые преобразователи.                                                         |
| 13 | Аналого-цифровые преобразователи.                                                         |
| 14 | Дискретные алгоритмы управления и дискретная коррекция.                                   |
| 15 | Общие сведения о цифровых системах.                                                       |
| 16 | ПД-регулятор.                                                                             |
| 17 | ПИ-регулятор.                                                                             |
| 18 | И-регулятор.                                                                              |
| 19 | П-регулятор.                                                                              |
| 20 | Выбор алгоритма управления.                                                               |
| 21 | Понятие типового алгоритма управления.                                                    |
| 22 | Классификация типовых алгоритмов управления                                               |
| 23 | Способы увеличения запасов устойчивости систем управления.                                |
| 24 | Корректирующие звенья параллельного типа.                                                 |
| 25 | Корректирующие звенья последовательного типа.                                             |
| 26 | Виды коррекции.                                                                           |
| 27 | Последовательное, параллельное и комбинированное соединения типовых динамических звеньев. |
| 28 | Понятие обратной связи.                                                                   |
| 29 | Правила преобразования структурных схем.                                                  |
| 30 | Основные способы соединения звеньев.                                                      |
| 31 | Форсирующее звено.                                                                        |
| 32 | Дифференцирующие звенья.                                                                  |
| 33 | Колебательное звено.                                                                      |
| 34 | Инерционное звено первого порядка.                                                        |
| 35 | Динамические свойства звеньев систем управления.                                          |
| 36 | Классификация САУ.                                                                        |
| 37 | Типовая функциональная схема СУ.                                                          |
| 38 | Принципы управления.                                                                      |
| 39 | Основные понятия и определения.                                                           |
| 40 | История развития теории управления.                                                       |

### 6.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

### 6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Типовые практико-ориентированные задания(задачи,кейсы) находятся в Приложении к данной РПД.

## 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

### 6.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ + Письменная ☐ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

### 6.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Время на подготовку ответа на зачете - 15 минут;
- Возможность пользоваться справочными материалами, калькулятором.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Учебная литература

| Автор                             | Заглавие | Издательство | Год издания | Ссылка |
|-----------------------------------|----------|--------------|-------------|--------|
| 7.1.1 Основная учебная литература |          |              |             |        |

|                                                                  |                                                                                     |                                                                                                                                                            |      |                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Д.А. Ковалев, В.А. Шаряков, Шарякова О.Л.                        | Теория автоматического управления: учеб. пособие                                    | М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД | 2020 | <a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafavtexpr/1590531617.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafavtexpr/1590531617.pdf</a>           |
| А. П. Белкин, Р. А. Беркутов, А. А. Меньшикова, П. А. Третьякова | Цифровизация и принципы эффективного управления в теплоэнергетике : учебное пособие | Москва : Ай Пи Ар Медиа                                                                                                                                    | 2023 | <a href="https://www.iprbookshop.ru/128386.html">https://www.iprbookshop.ru/128386.html</a>                                         |
| <b>7.1.2 Дополнительная учебная литература</b>                   |                                                                                     |                                                                                                                                                            |      |                                                                                                                                     |
| Кулаков Г. Т. (и др.)                                            | Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами : учеб. пособие   | Минск: Вышэйшая школа                                                                                                                                      | 2017 | <a href="https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=366118">https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=366118</a> |
| Мартыненко, Г. Н., Исанова, А. В., Лукьяненко, В. И.             | Основы автоматизации тепловых процессов                                             | Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ                                                                        | 2015 | <a href="http://www.iprbookshop.ru/55053.html">http://www.iprbookshop.ru/55053.html</a>                                             |

## 7.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>  
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>  
 Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

## 7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8  
 MicrosoftOfficeProfessional 2013  
 PTC Mathcad 15

## 7.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| Аудитория            | Оснащение                                                                                                                                                               |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска                                                                                                           |
| Компьютерный класс   | Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду |

## Приложение

рабочей программы дисциплины

## Принципы эффективного управления технологическими процессами в теплоэнергетике

наименование дисциплины

по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

наименование ОП (профиля): Технология производства электрической и тепловой энергии

### 6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

| № п/п | Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов) |
|-------|------------------------------------------------------------------|
|       | Семестр 3                                                        |
|       | Преобразовать структурную схему                                  |
| 1     |                                                                  |
| 2     |                                                                  |
| 3     |                                                                  |