



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический  
университет» (БГТУ)

**Факультет энергетики и электроники**

*(наименование факультета/института)*

**Кафедра «Турбиностроение»**

*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

**УТВЕРЖДАЮ**

**Первый проректор по учебной  
работе и цифровизации**

**В.А. Шкаберин**

**«19» апреля 2022 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**учебной дисциплины**

**«Автоматическое регулирование паровых турбин и газотурбинных установок  
»**

*(наименование дисциплины)*

**13.03.03 Энергетическое машиностроение**

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

**Паро- и газотурбинные установки и двигатели**

*(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)*

**высшее образование – бакалавриат**

*(уровень образования)*

**бакалавриат**

*(квалификация, присваиваемая по специальности или направлению подготовки)*

**очная**

*(форма обучения)*

**2022**

*(год набора)*

**Брянск 2022**

**Рабочая программа учебной дисциплины**  
**«Автоматическое регулирование паровых турбин и газотурбинных установок**  
**»**

(наименование дисциплины)

**13.03.03 Энергетическое машиностроение**

(код и наименование специальности или направления подготовки)

**Паро- и газотурбинные установки и двигатели**

(направленность (профиль)/специализация образовательной программы)

**Разработал(и):**

\_\_\_\_\_  
доцент, к.т.н.

(должность, ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
Перевезенцев В.Т.

(И.О. Фамилия)

\_\_\_\_\_  
(должность, ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
**«Турбиностроение»**

(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)

«23» марта 2022 г., протокол № 7

**Заведующий кафедрой**

\_\_\_\_\_  
доцент, к.т.н.

(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
Осипов А.В.

(И.О. Фамилия)

**Согласовано:**

**Заведующий выпускающей кафедрой**

**«Турбиностроение»**

(наименование выпускающей кафедры)

\_\_\_\_\_  
к.т.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
Осипов А.В.

(И.О. Фамилия)

© Перевезенцев В.Т. 2022

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет», 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| ПРЕДИСЛОВИЕ.....  | 5  |
| 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....  | 5  |
| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ<br>ПРОГРАММЫ ФГОС .....   | 5  |
| 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....   | 6  |
| 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ .....   | 6  |
| 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....  | 7  |
| 5.1. Структура дисциплины.....  | 7  |
| 5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам)<br>дисциплины.....   | 8  |
| 5.3. Лекции .....   | 9  |
| 5.4. Лабораторные работы .....  | 11 |
| 5.5. Практические занятия .....   | 12 |
| 5.6. Самостоятельная работа обучающихся .....   | 13 |
| 5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной<br>аттестации обучающихся .....   | 15 |
| 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....   | 15 |
| 7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ<br>ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....   | 16 |
| 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ<br>ДИСЦИПЛИНЫ .....   | 17 |
| 8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы<br>обучающихся .....  | 17 |
| 8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой<br>для освоения дисциплины .....  | 17 |
| 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети<br>«Интернет», используемых при изучении дисциплины .....  | 17 |
| 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении<br>образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного<br>обеспечения и (или) информационных справочных систем ..... | 18 |
| 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....  | 18 |
| 10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА<br>ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ<br>ЗДОРОВЬЯ.....   | 18 |

|   |    |
|---|----|
| 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....  | 20 |
| 11.1. Методические материалы для педагогических работников .....  | 20 |
| 11.2. Методические материалы для обучающихся .....  | 22 |
| 12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....   | 23 |
| 12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины .....  | 23 |
| 12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости .....  | 24 |
| 12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся .....   | 24 |
| 12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине.....  | 25 |
| 12.5. Характеристика результатов обучения .....   | 25 |
| 12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля<br>успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ..... | 26 |
| 13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА .....   | 26 |

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебная дисциплина «Автоматическое регулирование паровых турбин и газотурбинных установок» (далее – дисциплина) ориентирована на формирование у обучающихся компетенций в рамках основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, профиль «Паро- и газотурбинные установки и двигатели».

### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью дисциплины** является изучение систем регулирования и защиты паровых и газовых турбин, энергоблоков ТЭС и АЭС, принципов их конструирования и особенностей функционирования.

**Задачами дисциплины являются:**

- дать представление о проблемах, стоящих при создании систем автоматического регулирования энергоустановок;
- обеспечить углубленное изучение современных систем регулирования турбин разных типов для ТЭС, АЭС и газотурбинных установок;
- научить принимать обоснованные технические решения при конструировании, изготовлении и эксплуатации систем регулирования энергоустановок;
- показать основную тенденцию развития систем регулирования – переход к распределённым микропроцессорным системам на базе прямого цифрового управления

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС

Дисциплина входит в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана образовательной программы и реализуется на 4 курсе(-ах) в 7, 8 семестре(-ах).

Предварительно изучаются дисциплины: *«Математика, Физика, Теоретическая механика»*.

Параллельно изучаются дисциплины: *«Паровые турбины, Газотурбинные установки»*.

Базируются на изучении дисциплины: *«Паровые турбины, Газотурбинные установки»*.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций ПК-1, ПК-5, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к результатам освоения учебной дисциплины

|  |  |   |   |   |
|--|--|---|---|---|
| ПК-1<br>Способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании приспособлений для обслуживания объектов энергетического машиностроения | ПК-1.1 Применяет теоретические и прикладные знания для создания приспособлений для обслуживания объектов энергетического машиностроения.<br>ПК-1.2 Принимает участие в организационно-техническом сопровождении эксплуатации объектов профессиональной деятельности. | Физико-математический аппарат. Теоретически основы САР.                       | Применять методы исследований. Принимать участие в испытаниях.                                    | Приёмам и технического обслуживания и организационного сопровождения.                     |
| ПК-5.<br>Способность проводить анализ работы объектов профессиональной деятельности  | ПК-5.1 Контролирует техническое состояние объектов профессиональной деятельности.<br>ПК-5.2 Умеет разрабатывать предложения по повышению эффективности эксплуатации объектов профессиональной деятельности.  | Критерии технического состояния объекта. Критерии эффективности эксплуатации. | Принимать участие в организационном сопровождении. Контролировать техническое состояние объектов. | Приёмам и технического обслуживания, правилам и контроля технического состояния объектов. |

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц(ы) (288 академических часа(-ов)). Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам

| Виды учебной работы в соответствии | Трудоемкость, час. |
|------------------------------------|--------------------|
|------------------------------------|--------------------|

| с учебным планом образовательной программы   | Всего      | Семестр |   |   |   |   |   |    |     |   |   |   |   |
|--|------------|---------|---|---|---|---|---|----|-----|---|---|---|---|
|  |            | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7  | 8   | 9 | А | В | С |
| <b>1. Контактная работа обучающихся с педагогическими работниками, в том числе:</b>          | <b>64</b>  | -       | - | - | - | - | - | 32 | 32  | - | - | - | - |
| 1.1. Лекции, час.  | 32         | -       | - | - | - | - | - | 16 | 16  | - | - | - | - |
| 1.2. Лабораторные работы, час.   | 16         | -       | - | - | - | - | - | -  | 16  | - | - | - | - |
| в том числе в форме практической подготовки  |            |         |   |   |   |   |   |    |     |   |   |   |   |
| 1.3. Практические занятия, час.  | 16         | -       | - | - | - | - | - | 16 | -   | - | - | - | - |
| в том числе в форме практической подготовки  |            |         |   |   |   |   |   |    |     |   |   |   |   |
| <b>2. Самостоятельная работа обучающихся, час.</b>   | <b>170</b> | -       | - | - | - | - | - | 67 | 103 | - | - | - | - |
| <b>3. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся, в том числе:</b> | <b>54</b>  |         |   |   |   |   |   |    |     |   |   |   |   |
| 3.1. Экзамен, семестр  |            | 8       |   |   |   |   |   |    |     |   |   |   |   |
| 3.2. Зачет, семестр  |            | 7       |   |   |   |   |   |    |     |   |   |   |   |
| 3.3. Зачет с оценкой, семестр  |            | -       |   |   |   |   |   |    |     |   |   |   |   |
| 3.4. Курсовой проект (контроль), семестр   |            | -       |   |   |   |   |   |    |     |   |   |   |   |
| 3.5. Курсовая работа (контроль), семестр   |            | -       |   |   |   |   |   |    |     |   |   |   |   |
| 3.6. Расчетно-графическая работа (контроль), семестр   |            | -       |   |   |   |   |   |    |     |   |   |   |   |
| 3.7. Контрольная работа (контроль), семестр  |            | -       |   |   |   |   |   |    |     |   |   |   |   |
| <b>Общая трудоемкость (8 з.е.)</b>   |            | 288     |   |   |   |   |   |    |     |   |   |   |   |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Структура дисциплины

Структура дисциплины представлена в виде тематического плана в таблице 3.

Таблица 3 – Тематический план дисциплины

| Наименование раздела (темы) дисциплины  | Трудоемкость, час. |           |                     |                      |                        |
|---|--------------------|-----------|---------------------|----------------------|------------------------|
|   | Всего              | Лекции    | Лабораторные работы | Практические занятия | Самостоятельная работа |
| <b>Раздел 1.</b> Характеристики и элементы систем автоматического регулирования турбоустановок. | <b>46</b>          | <b>8</b>  | <b>16</b>           |                      | <b>22</b>              |
| Тема 1. Характеристика САР паровых турбин.  | 23                 | 4         | 8                   |                      | 11                     |
| Тема 2. Элементы САР турбин и системы защиты.   | 23                 | 4         | 8                   |                      | 11                     |
| <b>Раздел 2.</b> Методы изучения устойчивости и качества процесса регулирования.                | <b>85</b>          | <b>12</b> |                     | <b>8</b>             | <b>65</b>              |

| Наименование раздела (темы)<br>дисциплины                                     | Трудоемкость, час. |           |                     |                      |                        |
|---|--------------------|-----------|---------------------|----------------------|------------------------|
|   | Всего              | Лекции    | Лабораторные работы | Практические занятия | Самостоятельная работа |
| Тема 3. Малые колебания, передаточные функции звеньев и систем регулирования. | 17                 | 2         |                     | 2                    | 13                     |
| Тема 4. Критерии устойчивости.  | 17                 | 2         |                     | 2                    | 13                     |
| Тема 5. Уравнения элементов и систем регулирования.                           | 17                 | 2         |                     | 2                    | 13                     |
| Тема 6. Качество систем регулирования и переходные процессы.                  | 17                 | 2         |                     | 2                    | 13                     |
| Тема 7. Корректирующие устройства и нелинейности САР.                         | 15                 | 2         |                     |                      | 13                     |
| <b>Раздел 3. Регулирование паровых турбин</b>                                 | <b>66</b>          | <b>6</b>  |                     | <b>4</b>             | <b>56</b>              |
| Тема 8. Особенности регулирования конденсационных турбин.                     | 20                 | 2         |                     | 2                    | 16                     |
| Тема 9. Регулирование турбин по нескольким параметрам.                        | 24                 | 2         |                     | 2                    | 20                     |
| Тема 10. Регулирование турбин для АЭС.  | 22                 | 2         |                     |                      | 20                     |
| <b>Раздел 4. Особенности регулирования газотурбинных установок.</b>           | <b>47</b>          | <b>6</b>  |                     | <b>4</b>             | <b>27</b>              |
| Тема 11. Магистральный газопровод как объект регулирования.                   | 24                 | 2         |                     | 2                    | 20                     |
| Тема 12. Системы регулирования ГТУ различного назначения.                     | 23                 | 4         |                     | 2                    | 17                     |
| <b>Итого</b>  | <b>234</b>         | <b>32</b> | <b>16</b>           | <b>16</b>            | <b>170</b>             |

## 5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины

Распределение формируемых компетенций по разделам дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Формирование компетенций по разделам дисциплины

| Наименование раздела (темы)<br>дисциплины   | Код индикатора<br>достижения<br>компетенции |        |        |        |
|---|---|--------|--------|--------|
|   | ПК-1.1                                      | ПК-1.2 | ПК-5.1 | ПК-5.2 |
| <b>Раздел 1.</b> Характеристики и элементы систем автоматического регулирования турбоустановок. | +   |        | +      |        |
| Тема 1. Характеристика САР паровых  |   |        | +      |        |



| Наименование раздела (темы) дисциплины   | Код индикатора достижения компетенции |        |        |        |
|--|---------------------------------------|--------|--------|--------|
|  | ПК-1.1                                | ПК-1.2 | ПК-5.1 | ПК-5.2 |
| турбин.  |                                       |        |        |        |
| Тема 2. Элементы САР турбин и системы защиты.                                    | +                                     |        |        |        |
| <b>Раздел 2. Методы изучения устойчивости и качества процесса регулирования.</b> | +                                     | +      | +      | +      |
| Тема 3. Малые колебания, передаточные функции звеньев и систем регулирования.    | +                                     | +      | +      | +      |
| Тема 4. Критерии устойчивости.   | +                                     | +      | +      | +      |
| Тема 5. Уравнения элементов и систем регулирования.                              | +                                     | +      | +      | +      |
| Тема 6. Качество систем регулирования и переходные процессы.                     | +                                     | +      | +      | +      |
| Тема 7. Корректирующие устройства и нелинейности САР.                            | +                                     | +      | +      | +      |
| <b>Раздел 3. Регулирование паровых турбин</b>                                    |                                       |        | +      | +      |
| Тема 8. Особенности регулирования конденсационных турбин.                        |                                       |        | +      | +      |
| Тема 9. Регулирование турбин по нескольким параметрам.                           |                                       |        | +      | +      |
| Тема 10. Регулирование турбин для АЭС.   |                                       |        | +      | +      |
| <b>Раздел 4. Особенности регулирования газотурбинных установок.</b>              | +                                     | +      | +      | +      |
| Тема 11. Магистральный газопровод как объект регулирования.                      | +                                     | +      | +      | +      |
| Тема 12. Системы регулирования ГТУ различного назначения.                        | +                                     | +      | +      | +      |

### 5.3. Лекции

Перечень занятий лекционного типа, их содержание и трудоемкость представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и содержание лекций

| Наименование темы дисциплины | Тема лекции        | Содержание лекции      | Трудоемкость, час. |
|------------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| Тема 1. Характеристика       | 1. Фундаментальные | 1. Паровая турбина как | 2                  |

| Наименование темы дисциплины  | Тема лекции                                  | Содержание лекции   | Трудоемкость, час. |
|---|--|---|--------------------|
| САР паровых турбин.   | принципы автоматического регулирования.      | объект регулирования. Принципиальные схемы регулирования частоты вращения турбины.                      |                    |
|   | 2. Статические характеристики регулирования. | 1. Неравномерность и нечувствительность.<br>2. Механизмы управления турбин.                             | 2                  |
| Тема 2. Элементы САР турбин и системы защиты.                                 | 3. Регулирующие органы турбин.               | 1. Клапаны, поворотные диафрагмы.   | 1                  |
|   | 4. Сервомоторы, золотники.                   | 1. Сервомоторы с отсечными и проточными золотниками.<br>2. Повышение чувствительности и быстродействия. | 1                  |
|   | 5. Регуляторы                                | 1. Регуляторы частоты вращения.<br>2. Регуляторы давления и температуры.<br>3. Защита турбин.           | 2                  |
| Тема 3. Малые колебания, передаточные функции звеньев и систем регулирования. | 6. Уравнение малых колебаний.                | 1. Динамика регулирования.  | 1                  |
|   | 7. Передаточные функции звеньев и САР        | 1. Понятие передаточной функции звеньев и САР, замкнутых и разомкнутых.                                 | 1                  |
| Тема 4. Критерии устойчивости.  | 8. Критерии устойчивости Рауса-Гурвица       | 1. Критерии устойчивости.   | 1                  |
|   |  | 2. Области устойчивости (диаграмма Вышнеградского)  | 1                  |
| Тема 5. Уравнения элементов и систем регулирования.                           | 9. Уравнения ротора и ёмкости.               | 1. Уравнение ротора.<br>2. Уравнение ёмкости.   | 1                  |
|   | 10. Уравнения регуляторов и сервомоторов.    | 1. Уравнения регуляторов.<br>2. Уравнения сервомоторов и золотников.                                    | 1                  |
| Тема 6. Качество систем регулирования и переходные процессы.                  | 11. Критерии качества регулирования.         | 1. Устойчивость, перерегулирование, период, декремент и время переходного процесса.                     | 1                  |
|   | 12. Переходные процессы.                     | 1. Виды переходных процессов.   | 1                  |
| Тема 7. Корректирующие устройства и нелинейности САР.                         | 13. Корректирующие устройства.               | 1. Регулирование с сигналом по производной.   | 1                  |

| Наименование темы дисциплины                                | Тема лекции  | Содержание лекции  | Трудоемкость, час. |
|---|--|--|--------------------|
|   | 14. Нелинейности САР   | 2. Виды нелинейностей.                                   | 1                  |
| Тема 8. Особенности регулирования конденсационных турбин.   | 15. Влияние парового объёма на процесс регулирования.        | 1. Виды паровых объёмов                                  | 1                  |
|   |  | 2. Влияние паровых объёмов на процесс регулирования.     | 1                  |
| Тема 9. Регулирование турбин по нескольким параметрам.      | 16. Турбины с двумя регулируемыми параметрами.               | 1. Регулирование по частоте и давлению в отборе.         | 1                  |
|   | 17. Турбины с противодавлением.                              | 1. Особенности регулирования турбины с противодавлением. | 1                  |
| Тема 10. Регулирование турбин для АЭС.                      | 18. Особенности турбин АЭС.                                  | 1. Аккумуляция энергии во влажно-паровых турбинах.       | 1                  |
|   | 19. Требования к системам регулирования и защиты турбин АЭС. | 1. Надежность и быстродействие.                          | 1                  |
| Тема 11. Магистральный газопровод как объект регулирования. | 20. Производительность газопровода, затраты мощности.        | 1. Задачи станционной автоматики.                        | 1                  |
|   |  | 2. Оптимизация технико-экономических показателей.        | 1                  |
| Тема 12. Системы регулирования ГТУ различного назначения.   | 21. САР ГТК – 10 – 4   |  | 1                  |
|   | 22. САР ГТН – 16   |  | 1                  |
|   | 23. САР ГПА – Ц – 16   |  | 2                  |
| <b>Итого</b>  | –  | –  | <b>32</b>          |

#### 5.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы по дисциплине предусмотрены учебным планом образовательной программы (таблица 6).

Таблица 6 – Тематика лабораторных работ

| Наименование темы дисциплины                  | Тема лабораторной работы                    | Трудоемкость, час. |
|---|---|--------------------|
| Тема 1. Характеристики САР паровых турбин.    | 1. Статические характеристики турбин.       | 8                  |
| Тема 2. Элементы САР турбин и системы защиты. | 2. Система непрямого регулирования турбины. | 4                  |
|   | 3. Исследование влияния коэффициента        | 2                  |

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
|              | неравномерности.                                     |           |
|              | 4. Гидродинамическое регулирование частоты вращения. | 2         |
| <b>Итого</b> | –  | <b>16</b> |

### 5.5. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине предусмотрены учебным планом образовательной программы.

Перечень практических занятий, их содержание и трудоемкость представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Тематика и содержание практических занятий

| Наименование темы дисциплины  | Тема практического занятия                               | Содержание практического занятия                                 | Трудоемкость, час. |
|---|--|--|--------------------|
| Тема 3. Малые колебания, передаточные функции звеньев и систем регулирования. | 1. Уравнение малых колебаний системы.                    | 1. Вывод уравнений малых колебаний.                              | 2                  |
| Тема 4. Критерии устойчивости.  | 2. Критерии устойчивости.                                | 1. Критерии устойчивости Рауса-Гурвица.                          | 2                  |
| Тема 5. Уравнения элементов и систем регулирования.                           | 3. Алгоритм вывода уравнений динамической системы.       | 1. Вывод уравнений элементов систем регулирования.               | 2                  |
| Тема 6. Качества систем регулирования и переходные процессы.                  | 4. Решение дифференциальных уравнений.                   | 1. Решение дифференциальных уравнений первого и второго порядка. | 2                  |
| Тема 8. Особенности регулирования конденсационных турбин.                     | 5. Решение дифференциального уравнения третьего порядка. | 1. Использование диаграммы Вышнеградского.                       | 2                  |
| Тема 9. Регулирование турбин по нескольким параметрам.                        | 6. Регулирование по частоте и давлению в отборе.         | 1. Критерии автономности регулирования.                          | 2                  |
| Тема 11. Магистральный газопровод как объект регулирования.                   | 7. Уравнение пропускной способности трубопровода.        | 1. Вывод уравнения расхода через газопровод.                     | 1                  |
|   | 8. Уравнение мощности агрегатов компрессорной станции.   | 1. Вывод уравнения мощности для протечки газа.                   | 1                  |
| Тема 12. Системы регулирования ГТУ различного назначения.                     | 9. Регулирование газотурбинной установки.                | 1. Уравнения элементов ГТУ.                                      | 2                  |
| <b>Итого</b>  | –  | –  | <b>16</b>          |

## 5.6. Самостоятельная работа обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение, представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Вопросы для самостоятельного изучения дисциплины

| Наименование темы дисциплины  | Вопросы для самостоятельного изучения темы   |
|---|--|
| Тема 1. Характеристика САР паровых турбин.                                    | 1. Статическое и астатическое регулирование.<br>2. Параллельная работа турбоагрегатов.<br>3. Рациональная форма статической характеристики.  |
| Тема 2. Элементы САР турбин и системы защиты.                                 | 1. Конструкция современных центробежных регуляторов частоты вращения.<br>2. Гидродинамический регулятор частоты вращения.<br>3. Регуляторы давления.   |
| Тема 3. Малые колебания, передаточные функции звеньев и систем регулирования. | 1. Основные свойства преобразования Лапласа<br>2. Частная передаточная функция и частотные характеристики.<br>3. Структурные схемы САР.  |
| Тема 4. Критерии устойчивости.  | 1. Критерий устойчивости Михайлова.<br>2. Критерий устойчивости Найквиста.<br>3. Устойчивость САР с запаздыванием.   |
| Тема 5. Уравнения элементов и систем регулирования.                           | 1. Вывод уравнения парового объема.<br>2. Вывод уравнения регуляторов.<br>3. Вывод уравнения сервомоторов.   |
| Тема 6. Качество систем регулирования и переходные процессы.                  | 1. Оценка качества процесса регулирования.<br>2. Частотные оценки качества<br>3. Интегральные оценки качества.   |
| Тема 7. Корректирующие устройства и нелинейности САР.                         | 1. Последовательные корректирующие устройства.<br>2. Параллельные корректирующие устройства.<br>3. Компенсация внешних воздействий.  |
| Тема 8. Особенности регулирования конденсационных турбин.                     | 1. Энергетический блок ТЭС как единый объект регулирования.<br>2. Турбины с промежуточным перегревом пара.<br>3. Автоматизация пусковых режимов.   |
| Тема 9. Регулирование турбин по нескольким параметрам.                        | 1. Особенности теплофикационных паровых турбин и их систем регулирования.<br>2. Гидравлические связанные системы регулирования.<br>3. Электрогидравлическая система регулирования.                           |
| Тема 10. Регулирование турбин для АЭС.  | 1. Принципиальная схема регулирования энергоблоков АЭС.<br>2. Регулирование влажно-паровых турбин АЭС.<br>3. Динамические процессы в энергоблоках АЭС при сбросах нагрузки.                                  |
| Тема 11. Магистральный газопровод как объект регулирования.                   | 1. Характерные особенности трубопроводного транспорта природных газов.<br>2. Изменения давления и температуры газа по длине газопровода при эксплуатации.<br>3. Взаимосвязь технологических и энергетических |

| Наименование темы дисциплины                              | Вопросы для самостоятельного изучения темы   |
|---|--|
|   | показателей трубопроводного транспорта природных газов.  |
| Тема 12. Системы регулирования ГТУ различного назначения. | 1. Система маслоснабжения агрегата ГТК-10-4.<br>2. Система маслоснабжения агрегата ГТН-16.<br>3. Система маслоснабжения агрегата ГПА-Ц-16. |

В процессе самостоятельной работы обучающиеся должны принимать решение по рассматриваемой проблеме с минимальным участием педагогического работника. Для решения поставленных задач может использоваться дополнительная литература и источники в информационно-коммуникационной сети «Интернет». Для закрепления пройденного материала педагогическим работником могут выдаваться домашние задания.

В таблице 9 указаны виды самостоятельной работы, выполняемые обучающимися при изучении соответствующих тем дисциплины.

Таблица 9 – Виды самостоятельной работы

| Наименование темы дисциплины  | Виды самостоятельной работы  |
|---|--|
| Тема 1. Характеристика САР паровых турбин.  | Подготовка выступления по теме «Элементы САР турбин».  |
| Тема 2. Элементы САР турбин и системы защиты.   | Подготовка выступления по теме «Обзор конструкций регуляторов».                                      |
| Тема 3. Малые колебания, передаточные функции звеньев и систем регулирования.<br>Тема 4. Критерии устойчивости.<br>Тема 5. Уравнения элементов и систем регулирования.<br>Тема 6. Качества систем регулирования и переходные процессы.<br>Тема 7. Корректирующие устройства и нелинейности САР. | Подготовка выступления по теме «Математическое описание линейных САР».                               |
| Тема 8. Особенности регулирования конденсационных турбин.<br>Тема 9. Регулирование турбин по нескольким параметрам.<br>Тема 10. Регулирование турбин для АЭС.   | Подготовка выступления по теме «Схемы регулирования паровых турбин».                                 |
| Тема 11. Магистральный газопровод как объект  | Подготовка выступления по теме «Характерные особенности трубопроводного транспорта природных газов». |

|   |   |
|---|---|
| регулирования.  |   |
| Тема 12. Системы регулирования ГТУ различного назначения. | Подготовка выступления по теме «Системы маслоснабжения газоперекачивающих агрегатов». |

### 5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины. Формы контрольно-оценочных мероприятий, проводимых в рамках текущего контроля успеваемости, представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Формы и периодичность текущего контроля успеваемости

| Вид учебной работы                         | Форма текущего контроля успеваемости  | Периодичность осуществления |
|--|---|-----------------------------|
| Практические занятия / Лабораторные работы | Устный экспресс-опрос, экспресс-тестирование.   | На каждом занятии           |
| Самостоятельная работа обучающихся         | - устная (устный опрос, защита письменной работы, доклада по результатам самостоятельной работы, рефератов и т.д.);<br>- тестовая (бланочное или компьютерное тестирование) | В течение семестра          |

Оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (промежуточная аттестация обучающихся) осуществляется в форме зачета и экзамена, проводимого в устной / письменной форме. Аттестационное испытание может включать в себя прохождение теста с использованием технологии компьютерного тестирования. Для уточнения оценки экзаменатор может проводить короткий опрос-собеседование с обучающимся и (или) выдавать ему дополнительные задания.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе освоения дисциплины применяются следующие образовательные технологии: личностно-ориентированные, активизации деятельности обучающихся, интеллектуальной направленности, проблемного обучения, диалоговые и профессионально-ориентированные (таблица 11).

Таблица 11 – Образовательные технологии, применяемые в ходе преподавания дисциплины

| Вид учебной работы | Применяемые образовательные технологии                       |
|--------------------|--|
| Лекции             | Проблемная лекция.<br>Лекция-визуализация.<br>Лекция-беседа. |

| <b>Вид учебной работы</b>            | <b>Применяемые образовательные технологии</b>  |
|--------------------------------------|--|
|                                      | Лекция-дискуссия.<br>Лекция-исследование   |
| Практические занятия                 | Частично-поисковые, исследовательские, обсуждения сложных и дискуссионных вопросов и проблем.  |
| Лабораторные работы                  | Исследовательские (поисковые) с обсуждением методов обработки результатов и анализа погрешности эксперимента.  |
| Самостоятельная работа обучающихся   | Подготовка к лекциям.<br>Подготовка к практическим занятиям.<br>Подготовка к лабораторным работам.<br>Изучение дополнительной литературы.<br>Подготовка к зачету и экзамену. |
| Консультации                         | Применения знаний на практике, поиск новой учебной информации.   |
| Промежуточная аттестация обучающихся | Зачет в устной форме.<br>Экзамен в устной (письменной) форме по экзаменационным билетам.   |

## **7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

В электронной информационно-образовательной среде БГТУ размещается электронный курс дисциплины, включающий в себя:

- сведения об авторе курса;
- краткое описание курса;
- рабочую программу дисциплины;
- полный перечень тем дисциплины;
- презентационные материалы для проведения занятий лекционного типа;
- лекции/краткий конспект лекций по каждой теме;
- методические указания по выполнению каждого практического задания;
- материалы и тестовые задания для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Наименование электронного курса в электронной информационно-образовательной среде БГТУ — «Автоматическое регулирование паровых турбин и газотурбинных установок – автор Перевезенцев В.Т. для обучающихся по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, профиль «Паро- и газотурбинные установки и двигатели», форма обучения – очная.

Электронный курс предназначен для обеспечения обучающихся всеми необходимыми учебно-методическими материалами, а также проведения контрольно-оценочных мероприятий в процессе обучения. При необходимости



осуществляется файловый обмен отчетами о выполнении обучающимися самостоятельной работы.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся**

1. Перевезенцев, В.Т. Системы автоматического регулирования газотурбинных газоперекачивающих агрегатов: учебное пособие/ В.Т. Перевезенцев.-Брянск: БГТУ, 2009.-98с.

2. Перевезенцев, В.Т. Исследование характеристик системы регулирования турбомашин: Методические указания к выполнению лабораторных работ/ В.Т. Перевезенцев. –Брянск: БГТУ, 2017. -30с.

3. Перевезенцев, В.Т., Шилин М. А. Переходные процессы в системах автоматического регулирования турбомашин: методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Автоматическое регулирование паровых турбин и газотурбинных установок». – Брянск: БГТУ, 2021.-15с.

### **8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### *а) Основная литература.*

1. Булкин, А.Е. Автоматическое регулирование энергоустановок: учебное пособие для вузов. Гриф МО РФ/А.Е. Булкин.-М.: МЭИ, 2009.-508с.

2. Кириллов, И.И. Автоматическое регулирование паровых турбин и газотурбинных установок: Учебник для студентов вузов/ И.И. Кириллов-Л.: Машиностроение, 1988.-447с.

#### *б) Дополнительная литература.*

1. Казаченко А. Н. Энергетика трубопроводного транспорта газов: Учебное пособие / А. Н. Казаченко, В. И. Никишин, Б. П. Поршаков - М. «Нефть и газ», 2001.-400с.

2. Кирилов И. И. Регулирование паровых и газовых турбин. Примерные расчеты и задачи / И. И. Кирилов, В. А. Иванов - М. «Машиностроение», 1966.-271с.

3. Поршаков Б. П. Газотурбинные установки на газопроводах / Б. П. Поршаков, А. А. Апостолов, А. Н. Казаченко, В. И. Никитин – М. «Нефть и газ», 2004.-216с.

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины

1. Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com>).
2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>).
3. Единое окно доступа к информационным ресурсам (<http://window.edu.ru>).
4. Национальная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>).
5. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» (<http://school-collection.edu.ru>).
6. Федеральный Интернет-портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru>).

### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем

1. Система дистанционного обучения «Moodle».
2. Офисный пакет приложений «Microsoft Office».
3. Программный пакет МИКАЛ.
4. Электронная библиотека БГТУ. – Режим доступа: <http://www.tu-bryansk.ru/content/biblioteka/index>.
5. Электронно-библиотечная система «Универсальная библиотека online». – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru>.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения обучения необходима следующая материально-техническая база:

- аудитория для проведения лекционных занятий ,оборудованная персональными компьютерами, мультимедийным компьютерным проектором, средства звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном, наличием доступа в информационно-коммуникационную сеть Интернет;
- компьютерный класс для проведения лабораторных работ с установленным комплектом программного обеспечения и доступом в информационно-коммуникационную сеть интернет, оборудованный мультимедийным компьютерным проектором, средства звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном и лаборатория со специализированным оборудованием для проведения лабораторных работ;
- учебная аудитория, оснащенная комплектом мебели и доской, для проведения консультаций, зачета, зачета с оценкой, экзамена;
- компьютерные классы с постоянным доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», а также читальные залы научной

библиотеки БГТУ для самостоятельной работы обучающихся.

## **10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Изучение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья организуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

При проведении учебных занятий обеспечивается соблюдение следующих требований:

- учебные занятия проводятся для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся в ходе учебных занятий;

- присутствие ассистента из числа работников БГТУ или привлеченных лиц, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, общаться с педагогическим работником и т. п.);

- обучающиеся с учетом их индивидуальных особенностей могут пользоваться необходимыми им техническими средствами;

- материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже; наличие специальных кресел и других приспособлений).

Университетом созданы специальные условия для получения высшего образования обучающимися с ОВЗ:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети "Интернет" для слабовидящих;

- размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий (информация должна быть выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля);

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию организации;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтитров (мониторы, их размеры и количество необходимо определять с учетом размеров помещения);
- обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения Университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, локальное понижение стоек-барьеров; наличие специальных кресел и других приспособлений).

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **11.1. Методические материалы для педагогических работников**

Основными формами организации обучения по дисциплине являются лекции, практические занятия и самостоятельная работа обучающихся.

**Организация теоретического обучения** предполагает использование инновационных технологий проведения занятий лекционного типа, к которым, в частности, относятся: проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-исследование.

1. *Проблемная лекция* предполагает преимущественно всесторонний анализ исторических и социокультурных, образовательных явлений, научный поиск истины. Проблемная лекция опирается на логику последовательно моделируемых проблемных ситуаций путем постановки проблемных вопросов или предъявления проблемных задач.

2. *Лекция-визуализация* реализует принцип наглядности и учит обучающихся преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения.

3. *Лекция-беседа* является наиболее распространенной и сравнительно простой формой активного вовлечения обучающихся в учебный процесс. Такая лекция предполагает непосредственный контакт (диалог) педагогического работника с аудиторией.

4. *Лекция-дискуссия*, в которой в отличие от лекции-беседы педагогический работник при изложении лекционного материала не только использует ответы обучающихся на свои вопросы, но и организует свободный обмен мнениями в интервалах между логическими разделами.

**Организация практических занятий по дисциплине** направлена на

углубление научно-теоретических знаний обучающихся, формирование практических умений и овладение определенными методами самостоятельной работы.

Практические занятия представляют собой занятия по решению различных прикладных задач, образцы которых были даны на лекциях.

Задачи практических занятий:

- помочь обучающимся систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера;
- научить обучающихся приемам решения задач из предметной области дисциплины;
- способствовать овладению навыками и умениями, входящих в структуру формируемых компетенций в результате освоения дисциплины;
- научить их работать с информацией, книгой, пользоваться справочной и научной и методической литературой;
- формировать умение учиться самостоятельно, т.е. овладевать методами, способами и приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля.

Содержание практических работ составляют:

- устные экспресс-опросы;
- групповые дискуссии;
- выполнение практических заданий;
- письменное или компьютерное экспресс-тестирование и др.

Цели практических занятий наилучшим образом достигаются в том случае, если студент предварительно проработал тематику практического занятия. Поэтому преподаватель должен информировать студентов о теме следующего практического занятия, чтобы они могли целенаправленно самостоятельно заниматься в домашних условиях.

**Организация лабораторных занятий по дисциплине** направлена на следующие цели и задачи:

- углубление и закрепление знания теоретического курса путем практического изучения в лабораторных условиях изложенных в лекциях законов и положений;
- приобретение навыков в научном экспериментировании, анализе полученных результатов;
- формирование первичных навыков организации, планирования и проведения научных исследований.

Порядок подготовки лабораторного занятия:

- изучение требований программы дисциплины;
- формулировка цели и задач лабораторного занятия;
- разработка плана проведения лабораторного занятия;
- подбор содержания лабораторного занятия;
- разработка необходимых для лабораторного занятия инструкционных карт;
- моделирование лабораторного занятия;
- проверка специализированной лаборатории на соответствие санитарно-

гигиеническим нормам, требованиям по безопасности и технической эстетике;

- проверка количества лабораторных мест, необходимых и достаточных для достижения поставленных целей обучения;
- проверка материально-технического обеспечения лабораторных занятий на соответствие требованиям программы дисциплины.

Формы проведения лабораторных занятий:

- фронтальная;
- по циклам;
- индивидуальная;
- смешанная (комбинированная).

При проведении лабораторных работ используют три подхода к их выполнению:

- на основе рецептурных действий обучающихся, когда они проявляют умение работать преимущественно в стандартных условиях, отраженных в руководстве по лабораторному практикуму;
- на основе частично поисковых действий, когда обучающиеся могут действовать достаточно самостоятельно, решать несложные творческие задачи при подсказке или непосредственном руководстве преподавателя;
- на основе активных творческих действий обучающихся, когда они проявляют способность действовать в условиях, близких к реальным, используя запас приобретенных знаний.

***Самостоятельная работа обучающихся*** предполагает аудиторную и внеаудиторную формы организации.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся без участия педагогического работника являются: формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.); подготовка к занятиям; составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний и т.п.; текущий самоконтроль, выполнение расчетно-графической работы/курсового проекта/курсовой работы.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся с участием педагогического работника являются: текущие консультации, прием и разбор домашних заданий и др.

При подготовке к зачету, экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, консультации преподавателя и др.

## **11.2. Методические материалы для обучающихся**

Обучающимся, изучающим дисциплину, необходимо знать требования, предъявляемые к их различным видам учебных занятий, в том числе лекционным, практическим, индивидуальным и др. (таблица 12).

Таблица 12 – Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

| Вид учебной работы  | Организация деятельности обучающегося   |
|---|---|
| Лекции  | Изучение дисциплины следует начинать с прослушивания и конспектирования лекций, перечитывать конспект перед выполнением домашних заданий и практическими занятиями. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать педагогическому работнику на консультации, на практическом занятии. Над конспектами лекций надо работать систематически: первый просмотр рекомендуется сделать вечером того же дня, когда была прочитана лекция, затем просмотреть через 3-4 дня, и сделать это еще раз накануне практического занятия. |
| Практические занятия ( <i>при наличии</i> )                                 | Ознакомление с целью и задачами занятия. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме. Выполнение (решение) практических заданий и задач по алгоритму, на основе частично поисковой и или исследовательской деятельности и др.   |
| Лабораторные работы ( <i>при наличии</i> )                                  | Подготовка к эксперименту (ознакомление с целью и задачами, ходом лабораторной работы, работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, подготовка таблиц для фиксирования хода и результатов опытно-экспериментальной работы и др.). Проведение измерений (вводный и текущий инструктаж, проведение опытов и экспериментов). Обработка полученных результатов; формулировка выводов и написание отчета. Защита отчета по лабораторной работе.   |
| Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта | Ознакомление с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в конкретной теме. Составление аннотаций к прочитанным источникам и др. Рефлексия собственных достижений  |
| Подготовка к зачету, экзамену   | При подготовке к зачету, экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, шкалу оценивания и др.  |

## 12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины

Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины

| Код индикатора достижения компетенции | Оценочные средства текущего контроля успеваемости   | Оценочные средства промежуточной аттестации обучающихся |
|---------------------------------------|---|---|
| ПК-1.1<br>ПК-1.2                      | 1. Устные экспресс-опросы (темы 1–12).<br>2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1–12).  | Вопросы к зачету<br>Вопросы к экзамену                  |
| ПК-5.1<br>ПК-5.2                      | 1. Устные экспресс-опросы. (темы 1–12).<br>2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-12). | Вопросы к зачету<br>Вопросы к экзамену.                 |

### 12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости

Оценивание отдельных видов работ в процессе изучения дисциплины рекомендуется осуществлять с использованием следующей шкалы:

– обучающийся ответил правильно на более, чем 90 % заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и успешно защитил практические работы, показал отличное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «отлично» (максимальный уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на 75-89% заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и защитил практические работы с незначительными замечаниями, показал хорошее владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «хорошо» (средний уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на 60-74% заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и защитил практические работы со значительными замечаниями, показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «удовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на менее, чем 60% заданных вопросов или вопросов-тестов, не выполнил все или выполнил часть практических работ, не защитил или защитил их со значительными замечаниями, при выполнении задания обучающийся не продемонстрировал уровень самостоятельного владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в



рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «неудовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций не достигнут).

В процессе преподавания дисциплины педагогическим работником формируется оценка, характеризующая текущую успеваемость обучающегося.

### 12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

При проведении промежуточной аттестации обучающихся в форме зачета, экзамена используется шкала оценивания, представленная в таблице 15.

Таблица 15 – Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

| Уровень освоения<br>(оценка)                | Планируемые результаты освоения дисциплины  |
|---|---|
| Высокий (зачтено / «отлично»)               | Обучающийся глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, уверенно это демонстрирует в ходе промежуточной аттестации. Исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения. Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе.   |
| Повышенный (зачтено / «хорошо»)             | Обучающийся знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей. Правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе.   |
| Базовый (зачтено / «удовлетворительно»)     | Обучающийся знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами. Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине. |
| Низкий (не зачтено / «неудовлетворительно») | Обучающийся не знает на пороговом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине.            |

## 12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине

Итоговая оценка по дисциплине определяется с учетом результатов промежуточной аттестации обучающегося (зачета, экзамена) и оценок, полученных обучающимся в ходе текущего контроля успеваемости в семестре.

## 12.5. Характеристика результатов обучения

Характеристики результатов обучения по дисциплине в зависимости от полученной обучающимся оценки приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Характеристика результатов обучения по дисциплине

| Оценка  | Характеристика результатов обучения   |
|---|---|
| Зачтено / «Отлично» (высокий уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)               | Содержание дисциплины освоено полностью, все цели достигнуты, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены   |
| Зачтено / «Хорошо» (повышенный уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)             | Содержание дисциплины освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями  |
| Зачтено / «Удовлетворительно» (базовый уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)     | Содержание дисциплины освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки   |
| Не зачтено / «Неудовлетворительно» (низкий уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине) | Содержание дисциплины не освоено, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий |

## 12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся представлены в электронном курсе «Автоматическое регулирование паровых турбин и газотурбинных установок », размещенном в системе электронной поддержки учебных курсов на базе программного обеспечения Moodle со встроенной подсистемой тестирования (edu.tu-bryansk.ru), входящей в состав электронной информационно-образовательной среды БГТУ (<http://edu.tu-bryansk.ru>) и «Фонд оценочных средств по дисциплине «Автоматическое регулирование паровых турбин и газотурбинных установок ».

### 13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

В соответствии с Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» воспитание - «деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде».

В учебном процессе воспитательная работа с обучающимися реализуется средствами учебных дисциплин.

Воспитательная деятельность в ходе преподавания дисциплины направлена на формирование у обучающегося системы убеждений, нравственных норм и общекультурных качеств, на оказание им помощи в жизненном самоопределении, нравственном, гражданском и профессиональном становлении, на создание условий для самореализации личности. Воспитательная работа также ориентирует обучающихся на будущую профессиональную деятельность, формируя не только личностные, но и профессионально значимые качества.

Воспитательные задачи во время учебных занятий выполняются в скрытой (контекстной) и открытой (целенаправленной) формах. Скрытая форма воспитательной работы представляет собой воздействие всего хода педагогического процесса на становление личностных качеств обучающихся. Например, соблюдение педагогическим работником трудовой дисциплины, демонстрация преданности науке, заинтересованность в успехе обучающихся, правильная речь, хорошие манеры и т.п. имеют положительное воспитательное значение и формируют у обучающихся добросовестность, исполнительность, трудолюбие, ответственность и другие положительные качества. Обучающиеся неосознанно перенимают данные черты у педагогического работника.

Воспитание в открытой форме – это целенаправленное воздействие содержанием учебной дисциплины на становление личности обучающегося. Например, решение проблем и исследовательская работа формируют у обучающихся умение аргументировать, самостоятельно мыслить, стремление к научному поиску, развивают творчество, профессиональные умения.