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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШЭ
Матвеев А.С.
«30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**
**ПРИЕМ 2018 г.**
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

# Паротурбинные и парогазовые установки

| | | | |
|---|---|---|---|
| Направление подготовки | **13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника** | | |
| Образовательная программа (направленность (профиль)) | **Инженерия теплоэнергетики и теплотехники** | | |
| Специализация | **Тепловые электрические станции** | | |
| Уровень образования | высшее образование – бакалавриат | | |
| | | | |
| Курс | 4 | семестр | **7** |
| Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах) | **3** | | |
| Виды учебной деятельности | Временной ресурс | | |
| Контактная (аудиторная) работа, ч | Лекции | | **16** |
| | Практические занятия | | **16** |
| | Лабораторные занятия | | **16** |
| | ВСЕГО | | **48** |
| Самостоятельная работа, ч | | | **60** |
| ИТОГО, ч | | | **108** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Вид промежуточной аттестации | **Экзамен** | Обеспечивающее подразделение | НОЦ И.Н. Бутакова |

| | | |
|---|---|---|
| Заведующий кафедрой – руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры | | А.С. Заворин |
| Руководитель ООП | | А.М. Антонова |
| Преподаватель | | А.М. Антонова |

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)-2 | Способен анализировать эффективность современных технологий преобразования энергии в энергетических установках | И.ПК(У)-2.1 | Делает выводы об эффективности технологий преобразования энергии топлива в теплоэнергетических установках | ПК(У)-2.1В1 | Владеет опытом расчетного анализа параметров и показателей теплоэнергетических установок и их оборудования |
| | | | | ПК(У)-2.1У1 | Умеет рассчитывать параметры и показатели теплоэнергетических установок и их оборудования |
| | | | | ПК(У)-2.131 | Знает основные технологии преобразования энергии топлива в электрическую энергию |
| ПК(У)-5 | Способен проектировать объекты теплоэнергетики и тепломеханическое оборудование тепловых электростанций | И.ПК(У)-5.1 | Применяет при конструировании знание закономерностей процессов, происходящих в паровых котлах, паровых и газовых турбинах, тепломеханическом оборудовании и ТЭС в целом | ПК(У)-5.1В1 | Владеет опытом использования основных законов и уравнений процессов, происходящих в теплоэнергетических установках |
| | | | | ПК(У)-5.1У1 | Умеет использовать основные законы и уравнения процессов, происходящих в оборудовании ТЭС |
| | | | | ПК(У)-5.131 | Знает закономерности процессов, происходящих в оборудовании ТЭС и электростанции в целом |
| | | И.ПК(У)-5.2 | Выполняет технические расчеты элементов оборудования и ТЭС в целом | ПК(У)-5.2В1 | Владеет опытом постановки задачи, проведения расчетов тепловых схем и оборудования ТЭС и анализа результатов |
| | | | | ПК(У)-5.2У1 | Умеет делать постановку задачи, рассчитывать тепловые схемы и элементы оборудования ТЭС и анализировать результаты |
| | | | | ПК(У)-5.231 | Знает принципы постановки задачи, методики и алгоритмы расчетов ТЭС и ее оборудования (паровых котлов, паровых и газовых турбин тепломеханического оборудования) |
| | | И.ПК(У)-5.3 | Принимает и обосновывает конкретные технические решения при разработке основного оборудования ТЭС (паровые котлы, паровые и газовые турбины) | ПК(У)-5.3В1 | Владеет опытом обоснования проектных решений при разработке оборудования ТЭС (паровые котлы, паровые турбины) с учетом условий работы |
| | | | | ПК(У)-5.3У1 | Умеет обосновывать проектные решения при разработке оборудования ТЭС (паровые котлы, паровые и газовые турбины) с учетом условий работы |
| | | | | ПК(У)-5.331 | Знает критерии выбора проектных решений при создании ТЭС и их оборудования с учетом условий работы |

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части (модуль специализации) 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 | Знает перспективные технологии тепловой энергетики | И.ПК(У)-2.1<br>И.ОПК(У)-5.1<br>И.ОПК(У)-5.2 |
| РД 2 | Умеет анализировать тепловые схемы паротурбинных и парогазовых установок и | И.ОПК(У)-2.1 |

| Планируемые результаты обучения по дисциплине | | Индикатор достижения компетенции |
|---|---|---|
| Код | Наименование | |
| | проводить режимные переключения на тренажерах ТЭС | И.ОПК(У)-5.2 |
| РД 3 | Разрабатывает математические модели технологических процессов в паротурбинных и парогазовых установках | И.ПК(У)-2.1<br>И.ОПК(У)-5.1<br>И.ОПК(У)-5.3 |

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 результат обучения по дисциплине | Виды учебной деятельности | Объем времени, ч. |
|---|---|---|---|
| **Раздел 1. Паротурбинные установки** | РД1<br>РД2 | Лекции | 4 |
| | | Практические занятия | 4 |
| | | Лабораторные занятия | 4 |
| | | Самостоятельная работа | 20 |
| **Раздел 2. Газотурбинные установки** | РД1<br>РД3 | Лекции | 6 |
| | | Практические занятия | 6 |
| | | Лабораторные занятия | 6 |
| | | Самостоятельная работа | 20 |
| **Раздел 3. Парогазовые установки** | РД1<br>РД3 | Лекции | 6 |
| | | Практические занятия | 6 |
| | | Лабораторные занятия | 6 |
| | | Самостоятельная работа | 20 |

Содержание разделов дисциплины:

### Раздел 1. Паротурбинные установки

Типы паротурбинных установок, состав, назначение основных ее элементов. Принципиальные схемы ПТУ и их классификация. Экономичность паротурбинных установок. Основные технико-экономические и эксплуатационные показатели турбоустановок. Влияние параметров пара на абсолютный и относительный КПД. Способы повышения тепловой экономичности ПТУ (промежуточный перегрев пара, комбинированная выработка электроэнергии и теплоты, регенеративный подогрев питательной воды).

**Темы лекций:**

1. Введение. Использование паро- и газотурбинных установок в качестве привода электрогенераторов ТЭС.
2. Особенности паротурбинных установок ПГУ.

**Темы практических занятий:**

1. Расчет влияния параметров пара на КПД установки.
2. Расчет влияния промежуточного перегрева пара на КПД установки.

**Названия лабораторных работ:**

1. Исследование эффективности регенеративного подогрева питательной воды.
2. Исследование режимов работы ТЭС на тренажере.

### Раздел 2. Газотурбинные установки

Схемы и циклы энергетических ГТУ. Характеристики тепловых схем энергетических ГТУ: принцип работы, показатели. Факторы, определяющие экономичность ГТУ и способы ее повышения. Преимущества и недостатки ГТУ при использовании в энергетике.

**Темы лекций:**

3. Схемы и циклы энергетических ГТУ.
4. Устройство основных элементов газотурбинных установок (камеры сгорания, компрессоры, газовые турбины).
5. Особенности эксплуатации газотурбинных установок.

**Темы практических занятий:**

3. Расчет экономичности ГТУ.
4. Расчет зависимости КПД ГТУ от способа повышения экономичности.
5. Расчет камеры сгорания ГТУ.

**Названия лабораторных работ:**

3. Влияние климатических характеристик на показатели ГТУ.
4. Исследование переменных режимов ГТУ.
5. Исследование пусков и остановов ГТУ.

**Раздел 3. Парогазовые установки**

Парогазовые ТЭС. Технологические решения и тепловые схемы ПГУ ТЭС. Выбор характеристик и параметров тепловых схем. Режимы работы. Показатели экономичности.

**Темы лекций:**

6. Парогазовые ТЭС с котлами-утилизаторами.
7. Выбор характеристик и параметров тепловых схем.
8. Общестанционные системы ПГУ ТЭС.

**Темы практических занятий:**

6. Расчет показателей экономичности ПГУ.
7. Конструкторский расчет одноконтурной ПГУ.
8. Конструкторский расчет двухконтурной ПГУ.

**Названия лабораторных работ:**

6. Изучение схем ГТУ и ПГУ на локальном ситуационном тренажере
7. Исследование тепловой эффективности ПГУ на компьютерной модели.
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;
- 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

Основная литература:


1. Трухний А.Д. Парогазовые установки электростанций. – М.: Издательский дом МЭИ, 2013. — 648 с.: ил.
2. Трухний А. Д., Парогазовые установки электростанций : учебник для вузов / А. Д. Трухний - Моква : Издательский дом МЭИ, 2017. - 675 с. - ISBN 978-5-383-01057-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010570.html (дата обращения: 07.10.2020). - Режим доступа : по подписке.
3. Костюк А. Г., Паровые и газовые турбины для электростанций : учебник для вузов / А. Г. Костюк, В. В. Фролов, А. Е. Булкин, А. Д. Трухний ; под ред. А.Г. Костюка - Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. - ISBN 978-5-383-01025-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010259.html (дата обращения: 07.10.2020). - Режим доступа : по подписке.
4. Цанев С. В., Газотурбинные энергетические установки : учебное пособие для вузов / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. С. Земцов, А. С. Осыка; под ред. С.В. Цанева. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2011. - 428 с. - ISBN 978-5-383-00504-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383005040.html (дата обращения: 07.10.2020). - Режим доступа : по подписке.


Дополнительная литература:


1. Паровые и газовые турбины для электростанций : учеб. для вузов / под ред. А. Г. Костюка. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Изд. дом МЭИ, 2008.
2. Журналы «Электрические станции», «Теплоэнергетика», «Газотурбинные технологии».
3. Комаров О. В. Тепловые и газодинамические расчеты газотурбинных установок. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2018. – 164 с.


### 6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Электронный курс «Газотурбинные и парогазовые ТЭС», http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1595
2. Сайт специальности «Тепловые электрические станции» http://www.03-ts.ru/;
3. Крупнейшая бесплатная электронная интернет библиотека для "технически умных" людей http://www.tehlit.ru/;
4. Электронная Энциклопедия Энергетики http://twt.mpei.ac.ru/ochkov/trenager/trenager.htm.

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

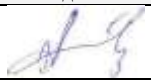
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

| № | Наименование специальных помещений | Наименование оборудования |
|---|---|---|
| 1. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. WinDjView; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Document Foundation LibreOffice; |

| | | |
|---|---|---|
| | 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 302 | Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer |
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 301 | Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.<br>WinDjView; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer |
| 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, 406 | 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.<br>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 |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, программа «Инженерия теплоэнергетики и теплотехники», специализация «Тепловые электрические станции» (приема 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик:

| Должность | Подпись | ФИО |
|---|---|---|
| Доцент |  | А.М. Антонова |

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол № 11 от 19.06.2018 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 НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ (протокол) |
|---|---|---|
| 2019/2020 уч. год | Внесены изменения в раздел Учебно-методическое, информационное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины | № 29 от 30.05.2019 г. |
| 2020/2021 учебный год | Изменена форма документов основных образовательных программ, в том числе УМК дисциплин | Приказ по ТПУ №127-7/об от 06.05.2020 г. |
| 2020/2021 учебный год | Внесены изменения в разделы учебно-методическое, информационное, программное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины | № 44 от 26.06.2020 г. |
| | | |
| | | |