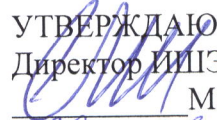


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИИШЭ  
  
Матвеев А.С.  
«26» 06 2020 г.

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

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

|                                   |         |                                 |                        |
|-----------------------------------|---------|---------------------------------|------------------------|
| Вид промежуточной аттеста-<br>ции | Экзамен | Обеспечивающее<br>подразделение | НОЦ И.Н. Бута-<br>кова |
|-----------------------------------|---------|---------------------------------|------------------------|

|                                                                                                                     |                                                                                      |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Заведующий кафедрой - руко-<br>водитель НОЦ И.Н. Бутакова<br>на правах кафедры<br>Руководитель ООП<br>Преподаватель |  | А.С. Заворин  |
|                                                                                                                     |  | А.М. Антонова |
|                                                                                                                     |                                                                                      | А.С. Матвеев  |

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.B1                                                  | Владеет опытом расчетного анализа параметров и показателей теплоэнергетических установок и их оборудования                                                       |
|                 |                                                                                                                |                                   |                                                                                                                                                                         | ПК(У)-2.У1                                                  | Умеет рассчитывать параметры и показатели теплоэнергетических установок и их оборудования                                                                        |
|                 |                                                                                                                |                                   |                                                                                                                                                                         | ПК(У)-2.31                                                  | Знает основные технологии преобразования энергии топлива в электрическую энергию                                                                                 |
| ПК(У)-4         | Способен разрабатывать инструкции по эксплуатации тепломеханического оборудования ТЭС                          | И.ПК(У)-4.1                       | Интерпретирует простые схемы, конструкции и особенности эксплуатации тепломеханического оборудования и установок                                                        | ПК(У)-4.B1                                                  | Владеет опытом чтения технологических схем тепломеханического оборудования и систем                                                                              |
|                 |                                                                                                                |                                   |                                                                                                                                                                         | ПК(У)-4.У1                                                  | Умеет определять последовательность действий при выполнении работ по эксплуатации тепломеханического оборудования                                                |
|                 |                                                                                                                |                                   |                                                                                                                                                                         | ПК(У)-4.31                                                  | Знает схемы, конструкции, характеристики и особенности эксплуатации тепломеханического оборудования и установок                                                  |
| 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)-5.1B1                                                 | 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)-5.2B2                                                 | Владеет опытом постановки задачи, проведения расчетов тепловых схем и оборудования ТЭС и анализа результатов                                                     |
|                 |                                                                                                                |                                   |                                                                                                                                                                         | ПК(У)-5.2У2                                                 | Умеет делать постановку задачи, рассчитывать тепловые схемы и элементы оборудования ТЭС и анализировать результаты                                               |
|                 |                                                                                                                |                                   |                                                                                                                                                                         | ПК(У)-5.232                                                 | 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)-5.3B1                                                 | Владеет опытом обоснования проектных решений при разработке оборудования ТЭС (паровые котлы, паровые турбины)                                                    |
|                 |                                                                                                                |                                   |                                                                                                                                                                         | ПК(У)-5.3У1                                                 | Умеет обосновывать проектные решения при разработке оборудования ТЭС (паровые котлы, паровые и газовые турбины)                                                  |
|                 |                                                                                                                |                                   |                                                                                                                                                                         | ПК(У)-5.331                                                 | Знает критерии выбора проектных решений при создании ТЭС и их оборудования                                                                                       |
|                 |                                                                                                                | И.ПК(У)-5.4                       | Учитывает влияние условий работы оборудования ТЭС на принимаемые конструктивные решения.                                                                                | ПК(У)-5.4B1                                                 | Владеет опытом учета условий работы оборудования ТЭС при обосновании проектных решений                                                                           |
|                 |                                                                                                                |                                   |                                                                                                                                                                         | ПК(У)-5.4У1                                                 | Умеет объяснять влияние условий работы оборудования ТЭС на принимаемые конструктивные решения                                                                    |
|                 |                                                                                                                |                                   |                                                                                                                                                                         | ПК(У)-5.431                                                 | Знает влияние условий работы оборудо-                                                                                                                            |

|         |                                                                                                                                                                                   |             |                                                                                         |             |                                                                                                                                                  |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |                                                                                                                                                                                   |             |                                                                                         |             | дования ТЭС на принимаемые конструктивные решения                                                                                                |
| ПК(У)-6 | Способен участвовать в управлении процессом эксплуатации оборудования и трубопроводов ТЭС, контролировать параметры технологических процессов и показатели качества рабочего тела | И.ПК(У)-6.1 | Проводит режимные переключения на тренажерах ТЭС                                        | ПК(У)-6.1В1 | Владеет опытом проведения режимных переключений на тренажере ТЭС                                                                                 |
|         |                                                                                                                                                                                   |             |                                                                                         | ПК(У)-6.1У1 | Умеет соотносить позицию арматуры с режимом работы ТЭС и проводить режимные переключения                                                         |
|         |                                                                                                                                                                                   |             |                                                                                         | ПК(У)-6.1З1 | Знает особенности режимов работы оборудования ТЭС, основные технологические операции при пусках и остановах оборудования                         |
|         |                                                                                                                                                                                   | И.ПК(У)-6.2 | Анализирует работу оборудования ТЭС по основным параметрам и выявляет причины нарушений | ПК(У)-6.2В1 | Владеет опытом определения технологических параметров оборудования ТЭС и анализа причин нарушений в работе оборудования                          |
|         |                                                                                                                                                                                   |             |                                                                                         | ПК(У)-6.2У1 | Умеет определять технологические параметры оборудования ТЭС, анализировать причины нарушений в работе оборудования                               |
|         |                                                                                                                                                                                   |             |                                                                                         | ПК(У)-6.2З1 | Знает диапазон изменения технологических параметров оборудования ТЭС, причины их отклонений от нормальных условий и способы устранения нарушений |

## 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                                                                            |
| РД 2                                          | Умеет анализировать тепловые схемы паротурбинных и парогазовых установок и проводить режимные переключения на тренажерах ТЭС | И.ПК(У)-2.1<br>И.ПК(У)-4.1<br>И.ПК(У)-5.3<br>И.ПК(У)-5.4<br>И.ПК(У)-6.1<br>И.ПК(У)-6.2 |
| РД 3                                          | Разрабатывает математические модели технологических процессов в паротурбинных и парогазовых установках                       | И.ПК(У)-5.1<br>И.ПК(У)-5.2                                                             |

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

## 4. Структура и содержание дисциплины

### Основные виды учебной деятельности

| Разделы дисциплины                              | Формируемый результат обучения по дисциплине | Виды учебной деятельности | Объем времени, ч. |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| Раздел 1. Перспективные технологии угольных ТЭС | РД1<br>РД2                                   | Лекции                    | 4                 |
|                                                 |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                 |                                              | Лабораторные занятия      | 2                 |
|                                                 |                                              | Самостоятельная работа    | 15                |
| Раздел 2. Паротурбинные установки               | РД1<br>РД2                                   | Лекции                    | 4                 |
|                                                 |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                 |                                              | Лабораторные занятия      | 4                 |
|                                                 |                                              | Самостоятельная работа    | 15                |
| Раздел 3. Газотурбинные установки               | РД1<br>РД3                                   | Лекции                    | 4                 |
|                                                 |                                              | Практические занятия      | 6                 |
|                                                 |                                              | Лабораторные занятия      | 4                 |

|                                 |            |                        |    |
|---------------------------------|------------|------------------------|----|
|                                 |            | Самостоятельная работа | 15 |
| Раздел 4. Парогазовые установки | РД1<br>РД3 | Лекции                 | 4  |
|                                 |            | Практические занятия   | 6  |
|                                 |            | Лабораторные занятия   | 6  |
|                                 |            | Самостоятельная работа | 15 |

Содержание разделов дисциплины:

#### Раздел 1. Перспективные технологии угольных ТЭС

Технологические характеристики твердых топлив, состав минеральной части и продуктов преобразования в процессах сжигания и газификации, контролируемых показателях качества топлива и угольной пыли, для выбора технологической схемы подготовки топлива к использованию и выбора оборудования системы).

Сжигание топлива в кипящем слое, характеристики слоя, движение материала в слое, теплоотдача к элементам, погруженным в слой, для расчета процессов горения;

создавать математические модели процесса горения водоугольного топлива (ВУТ) на основе характеристик ВУТ и его частиц;

##### Темы лекций:

1. Введение. Технологические характеристики твердых топлив. Газификация угля.
2. Сжигание топлива в кипящем слое, сжигание водоугольного топлива.

##### Темы практических занятий:

1. Расчет процессов горения

##### Названия лабораторных работ:

1. Исследование процесса газификации угля.

#### Раздел 2. 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:

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

##### Темы практических занятий:

2. Расчет влияния параметров пара на КПД паротурбинной установки.

##### Названия лабораторных работ:

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

#### Раздел 3. 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 энергетических ГТУ.

##### Темы лекций:

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

##### Темы практических занятий:

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

##### Названия лабораторных работ:

4. Влияние климатических характеристик на показатели ГТУ.
5. Исследование переменных режимов ГТУ.

#### Раздел 4. Парогазовые установки

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

##### Темы лекций:

7. Парогазовые ТЭС с котлами-утилизаторами.

8. Выбор характеристик и параметров тепловых схем.

**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 реферата, домашних заданий, лабораторных работ;
- Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

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

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

Основная литература:

1. тепловые электрические станции
2. Трухний А.Д. Парогазовые установки электростанций. – М.: Издательский дом МЭИ, 2013. — 648 с.: ил.
3. Трухний А. Д., Парогазовые установки электростанций : учебник для вузов / А. Д. Трухний - Москва : 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.
4. 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.
5. 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://twf.mpei.ac.ru/ochkov/trenager/trenager.htm>.

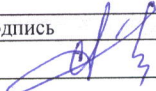
## **7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины**

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<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. 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                                           |
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс)<br>634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 31 | Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Стол письменный - 1 шт.; Компьютер - 16 шт.; Телевизор - 1 шт.<br>WinDjView; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer |

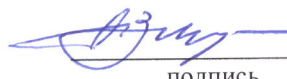
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, программа «Инженерия теплоэнергетики и теплотехники», специализация «Тепловые электрические станции» (приема 2018 г., очная форма обучения).

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

 /Заворин А.С./  
подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год                 | Содержание /изменение                                                                                                                                | Обсуждено на заседании НОЦ<br>И.Н. Бутаквоа ИШЭ (протокол) |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 2019/2020<br>уч. год        | Внесены изменения в разделы учебно-методическое, информационное, программное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины | № 29 от 30.05.2019 г.                                      |
| 2020/2021<br>учебный<br>год | Изменена форма документов основных образовательных программ, в том числе УМК дисциплин                                                               | Приказ по ТПУ<br>№127-7/об от<br>06.05.2020 г.             |
| 2020/2021<br>учебный<br>год | Внесены изменения в разделы учебно-методическое, информационное, программное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины | № 44 от 26.06.2020 г.                                      |
|                             |                                                                                                                                                      |                                                            |
|                             |                                                                                                                                                      |                                                            |