

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.

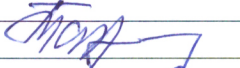
«26» 06 2020 г.

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

**Паровые и газовые турбины**

|                                                         |                                                     |         |    |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------|----|
| Направление подготовки/<br>специальность                | 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника             |         |    |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль)) | Агрегаты электростанций и газоперекачивающих систем |         |    |
| Специализация                                           | Котлоагрегаты и камеры сгорания                     |         |    |
| Уровень образования                                     | высшее образование - бакалавриат                    |         |    |
| Курс                                                    | 3                                                   | семестр | 6  |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)          | 3                                                   |         |    |
| Виды учебной деятельности                               | Временной ресурс                                    |         |    |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                    | Лекции                                              |         | 24 |
|                                                         | Практические занятия                                |         | 16 |
|                                                         | Лабораторные занятия                                |         | 8  |
|                                                         | ВСЕГО                                               |         | 48 |
| Самостоятельная работа, ч                               |                                                     | 60      |    |
| ИТОГО, ч                                                |                                                     | 108     |    |

|                                 |         |                                 |                     |
|---------------------------------|---------|---------------------------------|---------------------|
| Вид<br>промежуточной аттестации | экзамен | Обеспечивающее<br>подразделение | НОЦ<br>И.Н.Бутакова |
|---------------------------------|---------|---------------------------------|---------------------|

|                                                                                 |                                                                                      |                |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Заведующий кафедрой –<br>руководитель НОЦ<br>И.Н. Бутакова на правах<br>кафедры |  | Заворин А.С.   |
| Руководитель ООП<br>Преподаватель                                               |  | Тайлашева Т.С. |
|                                                                                 |  | Ромашова О.Ю.  |

2020 г.

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 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                                                                                                                                                                |
| ОПК(У)-3        | Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах | И.ОПК(У)-3.2                      | Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем                                                                      | ОПК(У)-3.2В1                                                | Владеет опытом использования знаний теплофизических свойств рабочих тел и теплоносителей при расчетах теплоэнергетических и теплотехнических установок и их оборудования    |
|                 |                                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-3.2У1                                                | Умеет использовать знания теплофизических свойств рабочих тел и теплоносителей при расчетах теплоэнергетических и теплотехнических установок и их оборудования              |
|                 |                                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-3.2З1                                                | Знает теплофизические свойства рабочих тел и теплоносителей                                                                                                                 |
|                 |                                                                                                                                                              | И.ОПК(У)-3.3                      | Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и термодинамических соотношений и применяет для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей        | ОПК(У)-3.3В1                                                | Владеет опытом исследования и расчетов процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты                                                                         |
|                 |                                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-3.3У1                                                | Умеет проводить исследования и расчет процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты                                                                          |
|                 |                                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-3.3З1                                                | Знает методы исследования и методики расчета процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты                                                                   |
|                 |                                                                                                                                                              | И.ОПК(У)-3.5                      | Делает выводы об эффективности технологий получения, преобразования, транспорта и использования энергии в теплоэнергетических установках, нетрадиционных источниках энергии | ОПК(У)-3.5В1                                                | Владеет опытом расчетного анализа параметров и показателей энергетических установок и их оборудования                                                                       |
|                 |                                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-3.5У1                                                | Умеет рассчитывать параметры и показатели энергетических установок и их оборудования                                                                                        |
|                 |                                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                                                             | ОПК(У)-3.5З1                                                | Знает основные технологии преобразования, транспортировки и использования энергии топлива; принцип действия и устройство нетрадиционных и возобновляемых источников энергии |
| ПК(У)-4         | Способен                                                                                                                                                     | И.ПК(У)-                          | Выполнение                                                                                                                                                                  | ПК(У)-4.1В1                                                 | Владеет опытом выполнения                                                                                                                                                   |

|  |                                                                                                                       |     |                                                                                   |             |                                                                                |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|  | выполнять специальные расчеты для проектирования котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей | 4.1 | тепловых и гидравлических расчетов, расчетов тепловых схем с выбором оборудования |             | тепловых и гидравлических расчетов энергетического оборудования                |
|  |                                                                                                                       |     |                                                                                   | ПК(У)-4.1У1 | Умеет выполнять тепловых и гидравлические расчеты энергетического оборудования |
|  |                                                                                                                       |     |                                                                                   | ПК(У)-4.131 | Знает тепловые и гидравлические расчеты энергетического оборудования           |

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части, модуль направления подготовки 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 <sup>1</sup> |                                                                                                                                                    | Компетенция |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Код                                                        | Наименование                                                                                                                                       |             |
| РД1                                                        | Знать устройство турбомашин и термодинамические процессы, происходящие в них и их ступенях, уметь рассчитывать параметры и скорости рабочего тела. | ОПК(У)-3    |
| РД2                                                        | Использовать методики определения оптимальных характеристик турбинных ступеней и установок при выборе проектных решений                            | ОПК(У)-3    |
| РД3                                                        | Определять качественные и количественные показатели работы турбомашин.                                                                             | ПК(У)-4     |
| РД4                                                        | Анализировать изменение параметров и показателей работы турбомашин в процессе испытаний и эксплуатации для выбора надежных и оптимальных режимов.  | ПК(У)-4     |

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. |
|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| <b>Раздел (модуль) 1. Циклы и параметры турбоустановок</b>     | РД1                                          | Лекции                    | 2                 |
|                                                                |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                |                                              | Лабораторные занятия      | -                 |
|                                                                |                                              | Самостоятельная работа    | 5                 |
| <b>Раздел (модуль) 2. Тепловой процесс в турбинной ступени</b> | РД2                                          | Лекции                    | 4                 |
|                                                                |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                |                                              | Лабораторные занятия      | 4                 |
|                                                                |                                              | Самостоятельная работа    | 10                |
| <b>Раздел (модуль) 3.</b>                                      | РД2;                                         | Лекции                    | 4                 |

|                                                                         |            |                        |           |
|-------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------|-----------|
| <b>Многоступенчатые паровые турбины</b>                                 | РД3        | Практические занятия   | <b>2</b>  |
|                                                                         |            | Лабораторные занятия   | -         |
|                                                                         |            | Самостоятельная работа | <b>10</b> |
| <b>Раздел (модуль) 4. Переменный режим турбины</b>                      | РД4        | Лекции                 | <b>4</b>  |
|                                                                         |            | Практические занятия   | <b>4</b>  |
|                                                                         |            | Лабораторные занятия   | <b>4</b>  |
|                                                                         |            | Самостоятельная работа | <b>10</b> |
| <b>Раздел (модуль) 5. Регулирование, защита, маслоснабжение турбины</b> | РД4        | Лекции                 | <b>2</b>  |
|                                                                         |            | Практические занятия   | <b>2</b>  |
|                                                                         |            | Лабораторные занятия   | -         |
|                                                                         |            | Самостоятельная работа | <b>5</b>  |
| <b>Раздел (модуль) 6. Газотурбинные и парогазовые установки</b>         | РД1<br>РД3 | Лекции                 | <b>4</b>  |
|                                                                         |            | Практические занятия   | <b>2</b>  |
|                                                                         |            | Лабораторные занятия   | -         |
|                                                                         |            | Самостоятельная работа | <b>10</b> |
| <b>Раздел (модуль) 7. Особенности конструкции турбомашин</b>            | РД1        | Лекции                 | <b>4</b>  |
|                                                                         |            | Практические занятия   | <b>2</b>  |
|                                                                         |            | Лабораторные занятия   | -         |
|                                                                         |            | Самостоятельная работа | <b>10</b> |

#### 4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

##### Раздел 1. Циклы и параметры турбоустановок

Типы турбомашин, их классификация. Простейшие схемы и циклы паротурбинных, газотурбинных и парогазовых установок. Типы паровых и газовых турбин и их классификация. Элементы паротурбинных, газотурбинных и парогазовых установок и их назначение. Коэффициенты полезного действия турбины и турбинной установки.

##### Темы практических занятий:

1. Показатели работы ПТУ, ГТУ, ПГУ.

##### Раздел 2. Тепловой процесс в турбинной ступени

Основные уравнения потока сжимаемой и несжимаемой жидкости: состояния, неразрывности, количества движения, сохранения энергии. Устройство и принцип действия простейшей одноступенчатой турбины активного типа. Тепловой процесс в турбинной ступени. Решетки ступеней турбин. Процессы в сопловых решетках паровых турбин: скорости истечения, типы сопел, потери энергии, скоростные коэффициенты, коэффициенты расхода. Расширение потока в косом срезе решеток. Классификация решеток, обозначение их. Геометрические, газодинамические, режимные параметры решеток. Классификация потерь в решетках: составляющие коэффициента потерь, их характеристика.

##### Темы практических занятий

1. Расчет паровой турбинной ступени.

##### Лабораторная работа

1. Выбор оптимального значения относительной окружной скорости ступени.

##### Раздел 3. Многоступенчатые паровые турбины

Необходимость применения многоступенчатых турбин. Конструкция многоступенчатой турбины. Изменение параметров вдоль проточной части, процесс в  $h-s$  диаграмме. Преимущества многоступенчатых турбин. Дополнительные потери.

Коэффициент возврата тепла; использование выходной энергии потока в ступенях. Разбивка теплоперепадов по цилиндрам. Предварительные расчеты первой и последней ступеней цилиндров. Распределение теплоперепадов между ступенями. Предельные размеры последних ступеней, предельная мощность. Определение расхода пара на турбину. Осевые усилия и способы их уравнивания. Концевые уплотнения турбин.

#### **Темы практических занятий:**

1. Разбивка теплоперепада по ступеням.

#### **Раздел 4. Переменный режим турбины**

Понятие переменного (нерасчетного) режима. Переменный режим суживающихся и расширяющихся решеток. Сетка относительных расходов. Предельное отношение давлений для расширяющейся решетки. Изменение степени реакции и расхода пара через ступень. Распределение давлений и теплоперепадов в ступенях турбины при изменении режима работы.

Работа одиночной ступени при переменном режиме. Распределение давлений и теплоперепадов в турбине при изменении пропуска пара. Дроссельное парораспределение. Регулирование мощности при скользящем давлении. Сопловое и обводное парораспределение. Выбор способа парораспределения для турбин.

#### **Темы практических занятий:**

1. Сетка относительных расходов.
2. Переменные режимы конденсационных и теплофикационных турбин.

#### **Лабораторная работа**

1. Системы парораспределения турбины

#### **Раздел 5. Регулирование, защита, маслоснабжение**

Задачи регулирования паровой турбины. Пример принципиальной схемы регулирования турбины атомных электростанций. Статическая характеристика регулирования, ее рациональная форма, степень неравномерности статической характеристики и ее роль в переходных процессах турбины и при параллельной работе турбогенераторов. Синхронизатор. Требования к системе регулирования. Защита турбин; ее роль в обеспечении надежной работы турбины и в бесперебойном снабжении электроэнергией потребителей. Примеры принципиальных схем маслоснабжения паровых турбин.

#### **Темы практических занятий:**

1. Система регулирования паровой турбины.

#### **Раздел 6. Газотурбинные и парогазовые установки**

Схемы и циклы ГТУ. Работа газовой турбины в составе энергетических и приводных газотурбинных установок. --Основные показатели работы ГТУ. Способы повышения экономичности ГТУ. Одновальные ГТУ с регенерацией. Сложные и многовальные ГТУ. Режимы работы ГТУ. Совмещенная характеристика газовой турбины и компрессора. Способы регулирования нагрузки ГТУ. Энергетическая характеристика ГТУ. Влияние температуры наружного воздуха на показатели работы ГТУ.

Парогазовые установки. Схемы ПГУ. Выбор параметров рабочего тела на одно-, двух- и трехконтурных ПГУ. Показатели тепловой экономичности ПГУ.

#### **Темы практических занятий:**

1. Расчет схемы простой ГТУ.

#### **Раздел 7. Особенности конструкции турбомашин**

Особенности конструкции паровых турбин КЭС, ТЭЦ, АЭС, ПГУ. Конструкции основных деталей газовых турбин. Способы охлаждения деталей. Конструкционные особенности сложных и многовальных ГТУ.

#### **Темы практических занятий:**

1. Предельная мощность паровой турбины.

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

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины 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;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

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

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

#### **Основная литература:**

1. Чумаков Ю.А. Теория и расчет транспортных газотурбинных двигателей: учебник / Ю.А. Чумаков. – Москва: Форум Инфра-М, 2012. – 448с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/241724>).
2. Ляшков В.И. Тепловые двигатели и нагнетатели: учебное пособие / В.И.Ляшков. – Москва: Абрис, 2012. – 167с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/225582>)

#### **Дополнительная литература:**

3. 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. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Изд-во МЭИ, 2008. – 556 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/143619>);
1. Буров А.Л. Тепловые двигатели: учебное пособие / А.Л.Буров; Московский Государственный индустриальный университет. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: МГИУ, 2008. – 224с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/178386>)
2. Нигматулин И.Н. Тепловые двигатели: учебное пособие / И.Н. Нигматулин, П.Н. Шляхин, В.А. Ценев. – Москва: Высшая школа, 1974. – 375с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/36311>)
3. Газоперекачивающие агрегаты с газотурбинным приводом на магистральных газопроводах: учебное пособие / Б.П.Поршаков [и др.]; Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина (РГУ Нефти и Газа). – Москва: Недра, 2010. – 246с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/214277>)
5. Щегляев А.В. Паровые турбины. Теория теплового процесса и конструкции турбин: учебник : в 2 кн. / А.В. Щегляев. – 7-е изд., перераб. и доп. –Екатеринбург: АТП, 2015. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/289373>)
6. Паровые и газовые турбины: сборник задач: учебное пособие / под ред. Б.М. Трояновского, Г.С.Самойловича. – 3-е изд., перераб. – Москва: Энергоатомиздат, 1987. – 235 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/36291>)
7. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/36291>)
8. Турбины тепловых и атомных электростанций. Проект многоступенчатой паровой турбины: учебное пособие / В.И.Беспалов, С.У.Беспалова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 100с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simpledocument/RU/TPU/book/68980>)
9. Трухний А.Д. Атлас конструкций деталей турбин; AtlasofTurbinePartsDesign: учебное пособие: в 2 ч. / А.Д.Трухний, Б.Н. Крупенников, А.Н роицкий; Московский энергетический институт (Технический университет) (МЭИ (ТУ)). – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2007. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/149629>)

10. Singh M.. Blade Design and Analysis for Steam Turbines / M.P.Singh, G.Lucas – New York: McGraw-Hill, 2011. – 364 p.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/245677>)
11. Boyce M.P. Gas Turbine Engineering Handbook / M.P.Boyce. – 4th ed. – Boston: Elsevier Ltd, 2012. – 956p.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/245693>)
12. Gas Turbine Theory / H.Saravanamuttoo [and others]. – 6th ed. – Harlow : Pearson, 2009. – 590p. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/245671>)
13. Грабовский А.А. История развития тепловых двигателей: конспект лекций / А.А. Грабовский; Пензенский государственный университет (ПГУ). – Пенза: Изд-во ПГУ, 2009. – 192с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/202822>)

## 6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>;
2. Сайт специальности «Тепловые электрические станции» <http://www.03-ts.ru/>;
3. Электронно-библиотечная система ТПУ <http://catalog.lib.tpu.ru/>;
4. Бесплатная электронная библиотека Ивановского государственного энергетического университета <http://www.library.ispu.ru/elektronnaya-biblioteka>;
5. Электронная энциклопедия энергетики <http://twm.mpei.ac.ru/ochkov/trenager/trenager.htm>;
6. сайт кафедры ТЭС Новосибирского государственного технического университета <http://tes.power.nstu.ru/>;
7. Крупнейшая бесплатная электронная интернет библиотека для "технически умных" людей <http://www.tehlit.ru/>.

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

1. Autodesk Inventor Professional 2015 Education;
2. Autodesk AutoCAD Mechanical 2015 Education;
3. Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic;
4. PTC Mathcad 15 Academic Floating.

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

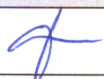
В учебном процессе используется следующее оборудование:

| №  | Наименование специальных помещений                                                                                                                                                                                                | Наименование оборудования                                                             |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 302 | Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест;<br>Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. |

|    |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                 |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина, 30а , учебный корпус № 4, аудитория 32    | Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для одежды - 1 шт.; Стол письменный - 12 шт.; Комплект учебной мебели на 20 посадочных мест; Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Компьютер - 20 шт.; Проектор - 1 шт. |
| 3. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина, 30а , учебный корпус № 4, аудитория 101 А | Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для одежды - 1 шт.; Стол письменный - 10 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Компьютер - 11 шт.; Проектор - 1 шт. |

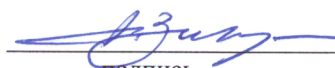
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника / Агрегаты электростанций и газоперекачивающих систем / Котлоагрегаты и камеры сгорания (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность      | Подпись                                                                             | ФИО           |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Доцент, к.т.н. |  | Ромашова О.Ю. |

Программа одобрена на заседании Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова (протокол от 30.05.2019 г. №29).

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

 /А.С. Заворин/  
подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год          | Содержание /изменение                                                                                                                                     | Обсуждено на заседании<br>НОЦ И.Н. Бутакова<br>(протокол) |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 2020/2021 уч.<br>год | Внесены изменения в разделы:<br>Структура и содержание дисциплины;<br>Учебно-методическое обеспечение;<br>Материально-техническое обеспечение дисциплины. | Протокол №44 от<br>26.06.2020                             |
|                      |                                                                                                                                                           |                                                           |
|                      |                                                                                                                                                           |                                                           |
|                      |                                                                                                                                                           |                                                           |
|                      |                                                                                                                                                           |                                                           |