

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 2016 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная**

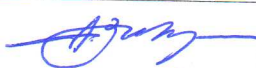
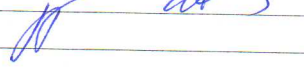
**Защита окружающей среды на ТЭС и АЭС**

|                                                         |                                                |         |     |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------|-----|
| Направление подготовки/<br>специальность                | <b>13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника</b> |         |     |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль)) | <b>Теплоэнергетика и теплотехника</b>          |         |     |
| Специализация                                           | <b>Тепловые электрические станции</b>          |         |     |
| Уровень образования                                     | высшее образование – бакалавр                  |         |     |
| Курс                                                    | 4                                              | семестр | 7   |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)          | 4                                              |         |     |
| Виды учебной деятельности                               | Временной ресурс                               |         |     |
| Контактная (аудиторная) работа, ч                       | Лекции                                         |         | 24  |
|                                                         | Практические занятия                           |         | -   |
|                                                         | Лабораторные занятия                           |         | 24  |
|                                                         | ВСЕГО                                          |         | 48  |
| Самостоятельная работа, ч                               |                                                |         | 60  |
| ИТОГО, ч                                                |                                                |         | 108 |

Вид промежуточной аттестации

|              |                                 |                             |
|--------------|---------------------------------|-----------------------------|
| <b>зачет</b> | Обеспечивающее<br>подразделение | <b>НОЦ<br/>И.Н.Бутакова</b> |
|--------------|---------------------------------|-----------------------------|

Заведующий кафедрой –  
руководитель НОЦ И.Н. Бутакова  
на правах кафедры  
Руководитель ООП  
Преподаватель

|                                                                                      |                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
|  | <b>Заворин А.С.</b>  |
|  | <b>Антонова А.М.</b> |
|  | <b>Вагнер М.А.</b>   |

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                                          | Результаты освоения ООП | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций) |                                                                                                                                                                             |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                                                   |                         | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                                                |
| ПК(У)-9         | Способность обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве | Р16                     | ПК(У)-9.B1                                                  | Владеет опытом определения экологических и энергосберегающих показателей энергетического производства                                                                       |
|                 |                                                                                                                                                                                   |                         | ПК(У)-9.B2                                                  | Владеет опытом выбора современных технологий и оборудования для защиты окружающей среды на объектах                                                                         |
|                 |                                                                                                                                                                                   |                         | ПК(У)-9.U1                                                  | Умеет рассчитывать предельно допустимые выбросы и сбросы объектов теплоэнергетики, нормы расходов топлива и всех видов энергии                                              |
|                 |                                                                                                                                                                                   |                         | ПК(У)-9.U2                                                  | Умеет определять показатели энерго- и ресурсоэффективности, проводить выбор ресурсосберегающих мероприятий и технологий защиты окружающей среды на объектах теплоэнергетики |
|                 |                                                                                                                                                                                   |                         | ПК(У)-9.31                                                  | Знает нормативы по обеспечению экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики                                                          |
|                 |                                                                                                                                                                                   |                         | ПК(У)-9.32                                                  | Знает современные методы ресурсо- и энергосбережения и природоохранные технологии                                                                                           |

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части 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 |                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Компетенция |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                                                                                                                                      |             |
| РД1                                           | Знать методы и способы определения экологической эффективности и типовые природоохранные мероприятия в энергетике. Определять возможности повышения экологической эффективности теплоэнергетических объектов, выбирать для этого типовые средства, проводить элементарные расчеты | ПК(У)-9     |
| РД2                                           | Использовать навыки устной, письменной речи, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в областях теплоэнергетики и теплотехники                                                                                | ПК(У)-9     |
| РД3                                           | Учитывать социальные, правовые и культурные аспекты, вопросы охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности при осуществлении комплексной инженерной деятельности в области теплоэнергетики и теплотехники                                                                      | ПК(У)-9     |

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. Введение. Влияние ТЭС на окружающую среду                                                | РД1,РД2                                      | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                    |                                              | Практические занятия      |                   |
|                                                                                                    |                                              | Лабораторные занятия      |                   |
|                                                                                                    |                                              | Самостоятельная работа    | 12                |
| Раздел 2. Массовый выброс золы и золоулавливание на ТЭС                                            | РД1,РД2,РД3                                  | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                    |                                              | Практические занятия      |                   |
|                                                                                                    |                                              | Лабораторные занятия      |                   |
|                                                                                                    |                                              | Самостоятельная работа    | 12                |
| Раздел 3. Выбросы окислов серы и способы их снижения                                               | РД1,РД2,РД3                                  | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                    |                                              | Практические занятия      |                   |
|                                                                                                    |                                              | Лабораторные занятия      |                   |
|                                                                                                    |                                              | Самостоятельная работа    | 12                |
| Раздел 4. Выбросы окислов азота и способы их снижения                                              | РД1,РД2,РД3                                  | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                    |                                              | Практические занятия      |                   |
|                                                                                                    |                                              | Лабораторные занятия      |                   |
|                                                                                                    |                                              | Самостоятельная работа    | 12                |
| Раздел 5. Рассеивание выбросов ТЭС в атмосфере и оценка экономического ущерба природе              | РД1,РД2,РД3                                  | Лекции                    |                   |
|                                                                                                    |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                                                    |                                              | Лабораторные занятия      |                   |
|                                                                                                    |                                              | Самостоятельная работа    | 12                |
| Раздел 6. Снижение выбросов в атмосферу парниковых газов                                           | РД1,РД2                                      | Лекции                    |                   |
|                                                                                                    |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                                                    |                                              | Лабораторные занятия      |                   |
|                                                                                                    |                                              | Самостоятельная работа    | 12                |
| Раздел 7. Современные технологии переработки и использования золошлаковых (ЗШО) и шламовых отходов | РД1,РД2                                      | Лекции                    |                   |
|                                                                                                    |                                              | Практические занятия      |                   |
|                                                                                                    |                                              | Лабораторные занятия      | 2                 |
|                                                                                                    |                                              | Самостоятельная работа    | 12                |
| Раздел 8. Сточные воды ТЭС                                                                         | РД1,РД2                                      | Лекции                    |                   |
|                                                                                                    |                                              | Практические занятия      |                   |
|                                                                                                    |                                              | Лабораторные занятия      | 2                 |
|                                                                                                    |                                              | Самостоятельная работа    | 12                |
| Раздел 9. Вредные выбросы при хранении и сжигании мазута                                           | РД1,РД2,РД3                                  | Лекции                    |                   |
|                                                                                                    |                                              | Практические занятия      |                   |
|                                                                                                    |                                              | Лабораторные занятия      | 2                 |
|                                                                                                    |                                              | Самостоятельная работа    | 12                |
| Раздел 10. Ядерный топливный цикл АЭС и его воздействие на биосферу                                | РД1,РД2,РД3                                  | Лекции                    |                   |
|                                                                                                    |                                              | Практические занятия      |                   |
|                                                                                                    |                                              | Лабораторные занятия      |                   |
|                                                                                                    |                                              | Самостоятельная работа    | 12                |

Содержание разделов дисциплины:

##### **Раздел 1. Введение. Влияние ТЭС на окружающую среду**

Энергетика и ее влияние на окружающую среду. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в атмосфере. Санитарно-защитные зоны. Нормирование предельно-допустимых (ПДВ) выбросов и удельных (НУВ) выбросов ТЭС. Организационно-правовые и экономические механизмы стимулирования и защиты окружающей среды от выбросов и сбросов ТЭС.

##### **Раздел 2. Массовый выброс золы и золоулавливание на ТЭС**

Токсичные вещества в органических топливах и в продуктах их сгорания. Методы уменьшения вредных выбросов в атмосферу. Расчет массового выброса летучей золы при сжигании твердых и жидких топлив. Типы золоуловителей. Конструкции, область применения сухих инерционных, мокрых золоуловителей, электрофильтров, рукавных тканевых и роторных фильтров. Методики расчета эффективности улавливания золоуловителей. Гидравлические сопротивления золоуловителей. Многоступенчатое золоулавливание.

**Названия лабораторных работ:**

1. *Исследование влияния фракционного состава золы на эффективность работы электрофильтра*
2. *Сравнительный анализ работы МЗУ и ЭФ*

|                                                             |
|-------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 3. Выбросы окислов серы и способы их снижения</b> |
|-------------------------------------------------------------|

Содержание серы в органических топливах и определение массового выброса окислов серы в атмосферу. Способы удаления серосодержащих компонентов из топлив. Переработка сернистых топлив перед сжиганием в котлах (газификация, пиролиз). Связывание серы в процессе сжигания топлива. Способы очистки дымовых газов от диоксида серы: сухие, мокрые, мокро-сухие.

**Названия лабораторных работ:**

3. *Снижение выбросов диоксида серы в установках МИС*

|                                                              |
|--------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 4. Выбросы окислов азота и способы их снижения</b> |
|--------------------------------------------------------------|

Условия образования окислов азота в котлах. Методы подавления образования окислов азота. Определение массового выброса окислов азота при сжигании различных органических топлив. Методы каталитического и не каталитического восстановления азота. Радиационно-химическая очистка дымовых газов от окислов серы и азота.

Определение массового выброса пятиоксида ванадия, окиси углерода и бенз(а)пирена.

**Названия лабораторных работ:**

4. *Исследование первичных методов для снижения выбросов диоксида азота*

|                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 5. Рассеивание выбросов ТЭС в атмосфере и оценка экономического ущерба природе</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|

Основы строения атмосферы и задачи рассеивания выбросов из дымовых труб ТЭС. Методика расчета загазованности атмосферы. Определение минимальной высоты дымовых труб по экологическим требованиям.

Определение экономического ущерба от вредных выбросов в атмосферу. Экономическая эффективность затрат в природоохранные мероприятия.

**Названия лабораторных работ:**

5. *Анализ факторов влияющих на минимальную высоту дымовой трубы*
6. *Исследование рассеивания вредных выбросов ТЭС в атмосфере.*

|                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 6. Снижение выбросов в атмосферу парниковых газов</b> |
|-----------------------------------------------------------------|

Определение количества выбросов углекислого газа и способы их снижения. Определение количества выбросов водяных паров и способы их снижения.

|                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 7. Современные технологии переработки и использования золошлаковых (ЗШО) и шламовых отходов</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Классификация золошлаков. Использование золошлаков в народном хозяйстве. Схемы

отпуска золошлаков потребителям. Золоотвалы, способы уменьшения их пыления и предотвращения фильтрации сбросной воды в грунтовые воды. Расчет массового выброса золы при пылении золоотвала.

## **Раздел 8. Сточные воды ТЭС**

Методы очистки сточных вод. Схемы очистки и утилизации замазученных сточных вод, сокращение и очистки промывочных вод, очистка и использование обмывочных сточных вод, создание бессточных вод систем гидрозолоудаления, очистка поверхностных сточных вод, утилизация сточных вод водоподготовительных установок, безреагентные методы очистки сточных вод.

### **Названия лабораторных работ:**

7. *Предотвращенный экономический ущерб от применения оборудования по уменьшению выбросов на ТЭС*

## **Раздел 9. Вредные выбросы при хранении и сжигании мазута**

Мазутное хозяйство ТЭС и котельных, выбросы в атмосферу токсичных продуктов неполного сгорания топлива, выбросы углеводородов из мазутохранилищ.

### **Названия лабораторных работ:**

8. *Анализ факторов влияющих выбросы углеводородов из мазутохранилищ*

## **Раздел 10. Ядерный топливный цикл АЭС и его воздействие на биосферу**

Ядерное топливо, радиоактивные вещества, образующиеся при работе АЭС, снижение вредных выбросов АЭС.

## **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;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролируемых мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- 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**

1. Вагнер, Марина Анатольевна. Природоохранные технологии в теплоэнергетике : электронный курс [Электронный ресурс] / М. А. Вагнер; Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа энергетики, Научно-образовательный центр И. Н. Бутакова (НОЦ И. Н. Бутакова). — Электрон. дан.. — Томск: TPU Moodle, 2019. — Заглавие с экрана. — Доступ по логину и паролю Схема доступа: <https://design.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2579> (контент)
2. Рихтер, Лев Александрович. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций : учебное пособие для вузов / Л. А. Рихтер, Д. П. Елизаров, В. М. Лавыгин. — Екатеринбург: АТП, 2015. — 215 с.: ил. — Библиогр.: с. 212. — Предметный указатель: с. 213-214.. — ISBN 5-282-000159-3.

## Дополнительная литература:

1. Денисов, В. В.. Основы природопользования и энергоресурсосбережения : учебное пособие [Электронный ресурс] / Денисов В. В., Денисова И. А., Дрововозова Т. И., Москаленко А. П.. — 2-е изд., стер.. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 408 с.. — Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-5-8114-3962- Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/113632> (контент)
2. Экология и экономика природопользования : учебник / под ред. Э. В. Гирусова. — 4-е изд., перераб. и доп.. — Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. — 608 с.: ил.. — Золотой фонд российских учебников. — Библиогр.: с. 595. — Словарь терминов: с. 583-594.. — ISBN 978-5-238-01686-3.
3. Тупов В.Б., Сборник задач по экологии энергетики : учебное пособие / Тупов В.Б. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01107-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011072.html> (дата обращения: 02.12.2020)
4. Экология энергетики : учебное пособие / Под ред. В. Я. Путилова. — Москва: Изд-во МЭИ, 2003. — 715 с.: ил.. — Библиография в конце глав.. — ISBN 5-7046-1032-3

## 6.2. Информационное и программное обеспечение

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

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

1. Электронный курс *Природоохранные технологии в теплоэнергетике*. Рассматривается влияние ТЭС на окружающую среду и человека, рассеивание выбросов ТЭС в атмосфере, золоулавливание на ТЭС, выбросы окислов серы и способы их снижения, выбросы окислов азота и способы их снижения, современные технологии переработки и использования золошлаковых (ЗШО) и шламовых отходов, выбросы в атмосферу от неорганизованных источников ТЭС, загрязнение водных бассейнов производственными стоками, сточные воды ТЭС и схемы их очистки, основные направления сокращения водопотребления и сброса сточных вод, технологии для предотвращения попадания радиоактивных веществ в окружающую среду на АЭС.  
<http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=552>
2. Бесплатная электронная библиотека Ивановского государственного энергетического университета  
<http://www.library.ispu.ru/elektronnaya-biblioteka;>
3. Крупнейшая бесплатная электронная интернет библиотека для "технически умных" людей  
[http://www.tehlit.ru/;](http://www.tehlit.ru/)
4. электронная библиотека «Нефть-Газ»  
<http://www.ekol.oglib.ru/>
5. Сайт института теплофизики им. С.С.Кутателадзе  
<http://www.itp.nsc.ru/>

## 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 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 302 | Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.                                                  |
| 2 | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 38  | Крепление для проектора Perless PRG-UNV - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 30 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. |

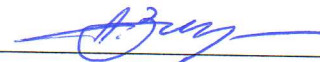
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению «13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника» специализация «Тепловые электрические станции» приема 2016 г., заочная форма обучения.

Разработчик:

| Должность         | Подпись                                                                           | ФИО        |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Ст. преподаватель |  | М.А.Вагнер |

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол от 23.06.2016 №03).

Руководитель НОЦ И.Н. Бутакова  
д.т.н, профессор

 /А.С. Заворин/  
подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год                 | Содержание /изменение                                                                                                                                                                                                                                              | Обсуждено на заседании НОЦ<br>И.Н.Бутакова (протокол) |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 2017/2018<br>учебный<br>год | 1. Обновлено программное обеспечение<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем<br>3. Обновлено содержание разделов дисциплины<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС                                   | № 19 от 18.05.2017 г.                                 |
| 2018/2019<br>учебный<br>год | 1. Обновлено программное обеспечение<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем<br>3. Обновлено содержание разделов дисциплины<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС<br>5. Изменена система оценивания | № 11 от 19.06.2018 г.                                 |
|                             | Изменена система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете во всех дисциплинах и практиках, реализация которых начнётся с осеннего семестра 2018/19 учебного года и далее до завершения реализации программы.                         | № 11/1 от 27.08.2018 г.                               |
| 2019/2020<br>учебный<br>год | 1. Обновлено программное обеспечение<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем<br>3. Обновлено содержание разделов дисциплины<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС                                   | № 29 от 30.05.2019                                    |
| 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.                                 |