

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИИЭ

Матвеев А.С.

« 30 » 06 2020 г.

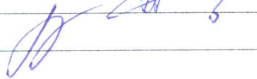
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2017 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная**

| Природоохранные технологии в теплоэнергетике                                                                                                                                                                                           |                                         |         |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------|-----|
| Направление подготовки/<br>специальность<br>Образовательная программа<br>(направленность (профиль))<br>Специализация<br>Уровень образования<br><br>Курс<br>Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)<br>Виды учебной деятельности | 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника |         |     |
|                                                                                                                                                                                                                                        | Теплоэнергетика и теплотехника          |         |     |
|                                                                                                                                                                                                                                        | Тепловые электрические станции          |         |     |
|                                                                                                                                                                                                                                        | высшее образование – бакалавр           |         |     |
|                                                                                                                                                                                                                                        |                                         |         |     |
|                                                                                                                                                                                                                                        | 5                                       | семестр | 7   |
|                                                                                                                                                                                                                                        | 3                                       |         |     |
| Временной ресурс                                                                                                                                                                                                                       |                                         |         |     |
| Контактная (аудиторная) работа, ч                                                                                                                                                                                                      | Лекции                                  |         | 8   |
|                                                                                                                                                                                                                                        | Практические занятия                    |         | -   |
|                                                                                                                                                                                                                                        | Лабораторные занятия                    |         | 6   |
|                                                                                                                                                                                                                                        | ВСЕГО                                   |         | 14  |
| Самостоятельная работа, ч                                                                                                                                                                                                              |                                         |         | 94  |
| ИТОГО, ч                                                                                                                                                                                                                               |                                         |         | 108 |

Вид промежуточной аттестации

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

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

|                                                                                      |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
|  | Заворин А.С.  |
|  | Антонова А.М. |
|  | Вагнер М.А.   |

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.У1                                                  | Умеет рассчитывать предельно допустимые выбросы и сбросы объектов теплоэнергетики, нормы расходов топлива и всех видов энергии                                              |
|                 |                                                                                                                                                                                   |                         | ПК(У)-9.У2                                                  | Умеет определять показатели энерго- и ресурсоэффективности, проводить выбор ресурсосберегающих мероприятий и технологий защиты окружающей среды на объектах теплоэнергетики |
|                 |                                                                                                                                                                                   |                         | ПК(У)-9.З1                                                  | Знает нормативы по обеспечению экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики                                                          |
|                 |                                                                                                                                                                                   |                         | ПК(У)-9.З2                                                  | 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                                           | Способность обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве | 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. Массовый выброс золы и золоулавливание на ТЭС                                    | РД1                                          | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                                                       |                                              | Практические занятия      | -                 |
|                                                                                                                                       |                                              | Лабораторные занятия      | 1                 |
|                                                                                                                                       |                                              | Самостоятельная работа    | 14                |
| Раздел 2. Выбросы окислов серы и способы их снижения. Выбросы окислов азота и способы их снижения                                     | РД1                                          | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                                                       |                                              | Практические занятия      | -                 |
|                                                                                                                                       |                                              | Лабораторные занятия      | 1                 |
|                                                                                                                                       |                                              | Самостоятельная работа    | 16                |
| Раздел 3. Рассеивание выбросов ТЭС в атмосфере и оценка экономического ущерба природе. Снижение выбросов в атмосферу парниковых газов | РД1                                          | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                                                       |                                              | Практические занятия      | -                 |
|                                                                                                                                       |                                              | Лабораторные занятия      | 2                 |
|                                                                                                                                       |                                              | Самостоятельная работа    | 16                |
| Раздел 4. Современные технологии переработки и использования золошлаковых (ЗШО) и шламовых отходов                                    | РД1                                          | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                                                       |                                              | Практические занятия      | -                 |
|                                                                                                                                       |                                              | Лабораторные занятия      | -                 |
|                                                                                                                                       |                                              | Самостоятельная работа    | 16                |
| Раздел 5. Сточные воды ТЭС. Вредные выбросы при хранении и сжигании мазута                                                            | РД1                                          | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                                                                       |                                              | Практические занятия      | -                 |
|                                                                                                                                       |                                              | Лабораторные занятия      | 2                 |
|                                                                                                                                       |                                              | Самостоятельная работа    | 16                |
| Раздел 6. Ядерный топливный цикл АЭС и его воздействие на биосферу                                                                    | РД1                                          | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                                                       |                                              | Практические занятия      | -                 |
|                                                                                                                                       |                                              | Лабораторные занятия      | -                 |
|                                                                                                                                       |                                              | Самостоятельная работа    | 16                |

Содержание разделов дисциплины:

##### **Раздел 1. Введение. Влияние ТЭС на окружающую среду. Массовый выброс золы и золоулавливание на ТЭС**

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.

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

##### **Раздел 2. Выбросы окислов серы и способы их снижения. Выбросы окислов азота и способы их снижения**

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.

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:**

3. *Снижение выбросов диоксида серы в установках МИС*

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

|                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 3. Рассеивание выбросов ТЭС в атмосфере и оценка экономического ущерба природе. Снижение выбросов в атмосферу парниковых газов</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.

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

**Названия лабораторных работ:**

5. *Анализ факторов влияющих на минимальную высоту дымовой трубы*

6. *Исследование рассеивания вредных выбросов ТЭС в атмосфере.*

|                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 4. 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.

|                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 5. Сточные воды ТЭС. Вредные выбросы при хранении и сжигании мазута</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|

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.

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

**Названия лабораторных работ:**

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

8. *Анализ факторов влияющих выбросы углеводородов из мазутохранилищ*

|                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 6. Ядерный топливный цикл АЭС и его воздействие на биосферу</b> |
|---------------------------------------------------------------------------|

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 контролирующих 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. Ветошкин, А. Г.. Инженерная защита окружающей среды от вредных выбросов : учебное пособие [Электронный ресурс] / Ветошкин А. Г.. — 2-е изд., испр. и доп.. — Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. — 416 с. . — Текст: электронный // ЭБС e.lanbook [сайт]. — URL: Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/124601> (контент).
3. 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 (компьютерный класс)<br>634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 31 | Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест;<br>Шкаф для одежды - 1 шт.;<br>Шкаф для документов - 1 шт.;<br>Тумба стационарная - 1 шт.;<br>Стол письменный - 1 шт.;<br>Компьютер - 16 шт.;<br>Телевизор - 1 шт. |
| 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, 32 | Комплект учебной мебели на 18 посадочных мест;<br>Компьютер - 20 шт.; Проектор - 1 шт.                                                                                                                            |
| 3. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30, 202                   | Комплект учебной мебели на 72 посадочных мест;<br>Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.                                                                                                                             |
| 4. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30, 310                   | Доска аудиторная настенная - 2 шт.;<br>Комплект учебной мебели на 112 посадочных мест;<br>Компьютер - 2 шт.;<br>Проектор - 1 шт.7                                                                                 |

| № | Наименование специальных помещений                                                                                                                            | Наименование оборудования                                                                  |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30, 310 | Комплект учебной мебели на 112 посадочных мест;<br>Компьютер - 2 шт.;<br>Проектор - 1 шт.7 |

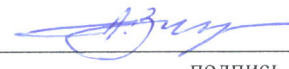
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» специализация «Тепловые электрические станции» (прием 2017 г., заочная форма обучения).

Разработчик:

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

Программа одобрена на заседании кафедры Атомных и тепловых электростанций Энергетического института (протокол № 19 от «18» мая 2017 г.).

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

 /А.С. Заворин/  
подпись



**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| <b>Учебный год</b>          | <b>Содержание /изменение</b>                                                                                                           | <b>Обсуждено на заседании<br/>НОЦ И.Н. Бутакова<br/>(протокол)</b> |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 2018/2019<br>уч. год        | Внесены изменения в раздел Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины                                                 | протокол № 11 от<br>19.06.2018                                     |
| 2019/2020<br>уч. год        | Внесены изменения в раздел Учебно-методическое, информационное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины | протокол № 29 от<br>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                        |
|                             |                                                                                                                                        |                                                                    |
|                             |                                                                                                                                        |                                                                    |