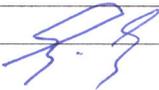


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ИШЭ  
  
 Матвеев А.С.  
 «20» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2020 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная**

<b>Энергосберегающие и природоохранные технологии в теплоэнергетике</b>		
Направление подготовки/ специальность	<b>13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника</b>	
Образовательная программа (направленность (профиль))	<b>Инженерия теплоэнергетики и теплотехники</b>	
Специализация	<b>Тепловые электрические станции</b>	
Уровень образования	<b>Бакалавр</b>	
Курс	<b>4,5 семестр 7,9</b>	
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	<b>5 (2/3)</b>	
Виды учебной деятельности	<b>Временной ресурс</b>	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	20
	Практические занятия	10
	Лабораторные занятия	10
	<b>ВСЕГО</b>	<b>40</b>
Самостоятельная работа, ч		140
<b>ИТОГО, ч</b>		<b>180</b>

Вид промежуточной аттестации	<b>зачет</b>	Обеспечивающее подразделение	<b>НОЦ 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>Литвак В.В.</b>

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
ПК(У)-3	Способен разрабатывать природоохранные, энерго- и ресурсосберегающие мероприятия на ТЭС	И.ПК(У)-3.1	Демонстрирует умение анализировать экологические и энергосберегающие показатели энергетического производства	ПК(У)-3.1В1	Владеет опытом определения экологических и энергосберегающих показателей энергетического производства
				ПК(У)-3.1У1	Умеет рассчитывать предельно допустимые выбросы и сбросы объектов теплоэнергетики, нормы расходов топлива и всех видов энергии
				ПК(У)-3.1З1	Знает нормативы по обеспечению экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережению на объектах теплоэнергетики
		И.ПК(У)-3.2	Проводит выбор ресурсосберегающих мероприятий и технологий защиты окружающей среды на объектах теплоэнергетики	ПК(У)-3.2В1	Владеет опытом выбора современных технологий и оборудования для защиты окружающей среды на объектах теплоэнергетики
				ПК(У)-3.2У1	Умеет определять показатели энерго- и ресурсоэффективности, проводить выбор ресурсосберегающих мероприятий и технологий защиты окружающей среды на объектах теплоэнергетики
				ПК(У)-3.2З1	Знает современные методы ресурсо- и энергосбережения и природоохранные технологии

## 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		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД1	Знать методы и способы определения экологической и энергетической эффективности, основные критерии энергосбережения и типовые энергосберегающие и природоохранные мероприятия в энергетике.	И.ПК(У)-3.1
РД2	Определять возможности повышения экологической и энергетической эффективности теплоэнергетических объектов, выбирать для этого типовые средства, проводить элементарные расчеты	И.ПК(У)-3.2
РД3	Составлять программы энергетического обследования объекта для оценки эффективности использования топливно-энергетических ресурсов	И.ПК(У)-3.2

## 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. Введение. Развитие энергетики и</b>	РД1	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-

<i>экологические проблемы</i>		Самостоятельная работа	<b>10</b>
Раздел (модуль) 2. Улавливание твердых частиц из дымовых газов ТЭС	РД1, РД2	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	<b>2</b>
		Лабораторные занятия	<b>2</b>
		Самостоятельная работа	<b>10</b>
Раздел (модуль) 3. Рассеивание вредных выбросов	РД1	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	<b>10</b>
Раздел (модуль) 4. Защита воздушного бассейна от вредных выбросов диоксида серы	РД1, РД2	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	<b>10</b>
Раздел (модуль) 5. Снижение выбросов оксидов азота	РД1, РД2	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	<b>2</b>
		Лабораторные занятия	<b>2</b>
		Самостоятельная работа	<b>10</b>
Раздел (модуль) 6. Выбросы в атмосферу от неорганизованных источников ТЭС. Утилизация и переработка золошлаковых отходов ТЭС	РД1, РД2	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	<b>10</b>
Раздел (модуль) 7. Снижение выбросов в атмосферу парниковых газов	РД1, РД2	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	<b>2</b>
		Лабораторные занятия	<b>2</b>
		Самостоятельная работа	<b>10</b>
Раздел (модуль) 8. Сточные воды ТЭС	РД1, РД2	Лекции	<b>2</b>
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	<b>10</b>
Раздел (модуль) 9. Мазутное хозяйство ТЭС	РД1	Лекции	<b>1</b>
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	<b>10</b>
Раздел (модуль) 10. Ядерный топливный цикл АЭС и его воздействие на биосферу	РД1	Лекции	<b>1</b>
		Практические занятия	<b>2</b>
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	<b>10</b>
Раздел (модуль) 11. Показатели энергетической эффективности. Потенциал энергосбережения	РД1	Лекции	<b>1</b>
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	<b>2</b>
		Самостоятельная работа	<b>10</b>
Раздел (модуль) 12. Повышение энергетической эффективности электростанций Энергосбережение в системах собственных нужд электростанций	РД1, РД2	Лекции	<b>1</b>
		Практические занятия	<b>2</b>
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	<b>10</b>
Раздел (модуль) 13. Повышение энергетической эффективности зданий Энергетические обследования	РД3	Лекции	-
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	<b>2</b>
		Самостоятельная работа	<b>20</b>

## **Раздел 1. Введение. Развитие энергетики и экологические проблемы**

Связь производства электрической и тепловой энергии с окружающей средой, влияние вредных выбросов на окружающую среду и человека, роль теплоэнергетики России в загрязнении окружающей среды. Санитарно-гигиенические требования к состоянию окружающей среды, предельно-допустимые концентрации (ПДК<sub>i</sub>) вредных веществ в атмосфере, токсичные вещества в органических топливах и в продуктах их сгорания, влияние токсичных выбросов ТЭС на окружающую среду, нормирование предельно-допустимых и временно-согласованных вредных выбросов в атмосферу (ПДВ<sub>i</sub>, ВСВ<sub>i</sub>) от источников выбросов ТЭС.

### **Темы лекций:**

1. Развитие энергетики и экологические проблемы

## **Раздел 2. Улавливание твердых частиц из дымовых газов ТЭС**

Снижение выбросов зольных частиц в атмосферу, дисперсный состав, физико-химические свойства летучей золы органических топлив. Теоретические основы золоулавливания, сухие и мокрые методы очистки дымовых газов, классификация сухих золоуловителей (инерционные, электрофильтры, рукавные и роторные фильтры), классификация мокрых золоуловителей (скрубберы Вентури, эмульгаторы), многоступенчатое золоулавливание. .

### **Темы лекций:**

2. Улавливание твердых частиц из дымовых газов ТЭС

### **Названия лабораторных работ:**

1. Исследование работы ЭФ в переменных режимах

**Практические занятия:** Подбор и расчет золоуловителей

## **Раздел 3. Рассеивание вредных выбросов**

Рассматриваются источники рассеивания вредных выбросов в атмосфере, возможные подключения блоков ТЭЦ к дымовым трубам, методика расчета рассеивания вредных веществ в атмосфере

### **Темы лекций:**

3. Рассеивание вредных выбросов

### **Названия лабораторных работ:**

2. Исследование влияния различных факторов на минимальную по экологическим требованиям высоту дымовой трубы
3. Исследование рассеивания выбросов ТЭС с дымовыми газами в атмосфере

**Практические занятия:** Рассеивание вредных выбросов

## **Раздел 4. Защита воздушного бассейна от вредных выбросов диоксида серы**

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: сухая известняковая технология (СИТ); мокросухая; упрощенная мокросухая технология E-SO<sub>x</sub>; аммиачно-циклическая; мокроизвестняковая (МИС); аммиачно-сульфатная (АСТ).

### **Темы лекций:**

4. Защита воздушного бассейна от вредных выбросов диоксида серы

**Практические занятия:** Защита воздушного бассейна от вредных выбросов диоксида серы

## **Раздел 5. Снижение выбросов оксидов азота**

Рассматриваются условия образования окислов азота в котлах, описываются режимно-технологические методы подавления образования окислов азота, предварительный подогрев пыли, способы селективного восстановления оксидов азота до молекулярного азота,

некаталитический высокотемпературный (СНКВ) СКВ-установка «горячая». СКВ-установка «холодная», Радиационно-химические методы уменьшения выбросов оксидов азота и диоксидов серы.

**Темы лекций:**

5. Снижение выбросов оксидов азота

**Раздел 6. Выбросы в атмосферу от неорганизованных источников ТЭС. Утилизация и переработка золошлаковых отходов ТЭС**

Рассматриваются вопросы использования 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.

**Темы лекций:**

6. Выбросы в атмосферу от неорганизованных источников ТЭС. Утилизация и переработка золошлаковых отходов ТЭС

**Раздел 7. Снижение выбросов в атмосферу парниковых газов**

Определяется количество выбросов углекислого газа и рассматриваются способы их снижения.

**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.

**Темы лекций:**

7. Сточные воды ТЭС

**Практические занятия:** Расчет возможности проектирования прямоточной системы технического водоснабжения на ТЭС

**Раздел 9. Мазутное хозяйство ТЭС**

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

**Темы лекций:**

8. Мазутное хозяйство ТЭС

**Названия лабораторных работ:**

4. Исследование и внедрение на ТЭС природоохранных мероприятий

**Практические занятия:** 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.

**Темы лекций:**

9. Ядерный топливный цикл АЭС и его воздействие на биосферу

**Раздел 11. Показатели энергетической эффективности. Потенциал энергосбережения**

Теоретические основы и закономерности энергосбережения. Потенциал энергосбережения. Показатели энергетической и экономической эффективности энергосбережения.

**Темы лекций:**

10. Показатели энергетической эффективности. Потенциал энергосбережения

**Названия лабораторных работ:**

5. Исследование влияние изоляционного материала труб на потери тепловой энергии в

процессе транспортировки по трубопроводам

## **Раздел 12. Повышение энергетической эффективности электростанций Энергосбережение в системах собственных нужд электростанций**

Парогазовый цикл. Газификация твердого топлива. Подземная газификация угля. Метан из угольных пластов. Освоение водоугольного топлива. Энергетическая эффективность работы насосных установок. Применение частотного управления электроприводами Приоритеты энергоэффективности в Европе. Европейский стандарт эффективности. Тепловые насосы. Когенераторные технологии

### **Темы лекций:**

11. Повышение энергетической эффективности электростанций Энергосбережение в системах собственных нужд электростанций

### **Названия лабораторных работ:**

6. Применение ЧРП
7. Исследование и внедрение на ТЭС НДТ

## **Раздел 13. Повышение энергетической эффективности зданий Энергетические обследования**

Энергетическое обследование. Порядок обследования. Документальная информация и опросные листы. Обследование общезаводских систем

### **Темы лекций:**

12. Повышение энергетической эффективности зданий Энергетические обследования

### **Названия лабораторных работ:**

8. Энергетическое обследование

## **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;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Подготовка к контрольной работе и коллоквиуму, к зачету, экзамену.

## **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., Дровозова 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-а. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/113632> (контент)
2. Овчинников, Юрий Витальевич. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебное пособие / Ю. В. Овчинников, О. К. Григорьева, А. А. Францева. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. — 258 с.: ил.. — Учебники НГТУ. — Библиография в конце глав.. — ISBN 978-5-7782-2606-7.
3. Инженерно-экологический справочник в 3 т.: учебное пособие для вузов: / Нижегородский государственный технический университет (НГТУ) ; под ред. А. С. Тимонина . — 2-е изд., перераб. и доп. и испр. . — Калуга : Неосфера , 2015 Т. 1 . — 2015. — 1145 с.: ил.. — Библиогр.: с. 1140-1145.. — ISBN 978-5-905856-51-8.
4. Инженерно-экологический справочник в 3 т.: учебное пособие для вузов: / Нижегородский государственный технический университет (НГТУ) ; под ред. А. С. Тимонина . — 2-е изд., перераб. и доп. и испр. . — Калуга : Неосфера , 2015 Т. 2 . — 2015. — 960 с.: ил.. — Библиогр.: с. 954-958.. — ISBN 978-5-905856-52-5
5. Инженерно-экологический справочник в 3 т.: учебное пособие для вузов: / Нижегородский государственный технический университет (НГТУ) ; под ред. А. С. Тимонина . — 2-е изд., перераб. и доп. и испр. . — Калуга : Неосфера , 2015 а. Т. 3 . — 2015. — 1128 с.: ил.. — Библиогр.: с. 1122-1126.. — ISBN 978-5-905856-53-2.

## **6.2. Информационное и программное обеспечение**

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

1. Сайт специальности «Тепловые электрические станции» <http://www.03-ts.ru/>;
2. WebCT – Тепловые электрические станции <http://e-le.lcg.tpu.ru/webct/public/home.pl>;
3. Бесплатная электронная библиотека Ивановского государственного энергетического университета <http://www.library.ispu.ru/elektronnaya-biblioteka>;
4. Крупнейшая бесплатная электронная интернет библиотека для "технически умных" людей <http://www.tehlit.ru/>.

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

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

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
2. Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
3. Document Foundation LibreOffice;
4. Cisco Webex Meetings\$
5. Zoom Zoom

## 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 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30, 202	Комплект учебной мебели на 72 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 2 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс), 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30а, 31	Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Компьютер - 16 шт.; Телевизор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», специализация «Тепловые электрические станции» (прием 2020 г., заочная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Профессор		В.В.Литвак

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол № 44 от 26.06.2020).

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

 /Заворин А.С./  
подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)