

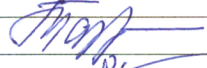
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Тепломеханическое оборудование ТЭС			
Направление подготовки/специальность	13.03.03 Энергетическое машиностроение		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Энергетическое машиностроение		
Специализация	Котлы, камеры сгорания и парогенераторы АЭС		
Уровень образования	высшее образование – бакалавриат		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	22	
	Практические занятия	33	
	Лабораторные занятия	22	
	ВСЕГО	77	
Самостоятельная работа, ч		139	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н. Бутакова
------------------------------	---------	------------------------------	----------------------

Заведующий кафедрой – руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель		А.С. Заворин
		Т.С. Тайлашева
		Р.Н. Кулеш

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)-14	Способностью осуществлять сервисно-эксплуатационные работы на объектах профессиональной деятельности	Р11	ПК(У)-14.В1	Владеет опытом контроля соблюдения технологического регламента при техническом обслуживании, диагностики и ремонте
			ПК(У)-14.В2	Владеет опытом определения основных дефектов и неисправностей энергетического оборудования
			ПК(У)-14.У1	Умеет работать с отраслевыми стандартами, правилами и технической документацией, устанавливающие требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и отчетности
			ПК(У)-14.У2	Умеет обеспечивать прогрессивные методы эксплуатации, диагностики и ремонта энергетического оборудования
			ПК(У)-14.У3	Умеет классифицировать дефекты и неисправности энергетического оборудования
			ПК(У)-14.З1	Знает отраслевые стандарты, правил и технической документации, устанавливающие требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и отчетности
			ПК(У)-14.З2	Знает виды, методы и технологии выполнения технического обслуживания, диагностики и ремонтов энергетического оборудования
			ПК(У)-14.З3	Знает признаки неисправностей и виды дефектов энергетического оборудования

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 энергетическое оборудование ТЭС, его признаки неисправностей и виды дефектов.	ПК(У)-14
РД2	Умеет классифицировать дефекты и неисправности энергетического оборудования.	ПК(У)-14
РД3	Определять основные дефекты и неисправности энергетического оборудования.	ПК(У)-14
РД4	Обеспечивать эксплуатацию, диагностику и ремонт энергетического оборудования.	ПК(У)-14
РД5	Умеет работать с отраслевыми стандартами, правилами и нормативно-технической документацией.	ПК(У)-14

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. Оборудование ТЭС		Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	37
Раздел 2. Теплотехнические испытания котлоагрегатов	РД2 РД4 РД5	Лекции	6
		Практические занятия	9
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	34
Раздел 3. Водный режим котлов	РД1 РД4 РД5	Лекции	6
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	34
Раздел 4. Эксплуатация и ремонт котлоагрегатов	РД1 РД2 РД3 РД5	Лекции	6
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	34

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Оборудование ТЭС

Основное оборудование: котельные агрегаты, паровые турбины (в комплектной поставке с регенеративными подогревателями) и электрические генераторы.

Вспомогательное оборудование: механизированные склады твердого топлива, мазутное и газовое хозяйство, оборудование шлакозолоудаления, устройства для подготовки добавочной воды и технического водоснабжения, маслохозяйство и др.

Основные виды и классификация вспомогательного теплообменного оборудования на современных электростанциях. Регенеративные подогреватели, деаэраторы, сетевые подогреватели, испарительные установки, насосные установки, тягодутьевые машины, компрессоры.

Темы лекций:

1. Основное оборудование ТЭС.
2. Вспомогательное оборудование ТЭС.

Темы практических занятий:

1. Принципиальные схемы газовоздушных трактов. Газовые тракты паровых котлов под разрежением и наддувом.
2. Требования, методы оценки и характеристики качества энергетического топлива для котельных установок.
3. Основные параметры насосов и их характеристики, схемы включения в тепловую схему.

Название лабораторных работ:

1. Определение влажности пыли.
2. Определение влагосодержания жидких топлив.

Раздел 2. Теплотехнические испытания котлоагрегатов

Классификация и общая характеристика испытаний. Организация испытаний и подготовительных работ. Содержание подготовительного этапа испытаний. Предварительные выводы. Общие рекомендации по режимным и балансовым испытаниям.

Программа испытаний. Особенности приемосдаточных и эксплуатационных экспресс-испытаний.

Схема установки средств измерений при испытании котлоагрегата. Общие требования к измерительным приборам. Измерение температуры, давления и разряжения, расходов рабочего тела и теплоносителя. Тарировка и поверка приборов. Специальная оснастка для проведения измерений.

Анализ состава газообразных продуктов сгорания. Методы и аппаратура, применяемые для газового анализа.

Отбор проб золовых частиц из топки и газоходов. Необходимость отбора топливозоловых частиц из топки и основные методические положения. Исследование процессов золового загрязнения поверхностей нагрева. Контроль за состоянием загрязнения поверхностей нагрева. Охлаждаемые и неохлаждаемые зонды. Метод контрольных участков.

Наладка и оптимизация топочного процесса. Определение оптимального положения факела в топке. Оптимальный коэффициент избытка воздуха. Оптимальная тонина помола пыли. Определение максимальной и минимальной кратковременной нагрузки котла.

Темы лекций:

1. Организация испытаний и подготовительных работ.
2. Методы и средства измерений при испытании котлоагрегата.
3. Наладка и оптимизация топочного процесса.

Темы практических занятий:

1. Определение коэффициента избытка воздуха по результатам газового состава.
2. Расчеты теплообменного оборудования на прочность.

Название лабораторных работ:

1. Влияние скорости циркуляции теплоносителя на интенсивность теплообмена.
2. Испытание компрессора.

Раздел 3. Водный режим котлов

Пути попадания примесей в цикле ТЭС. Составляющие питательной воды и их характеристика. Отложения солей по тракту котла и их влияние на работу котла.

Водный режим барабанных котлов, нормы качества питательной и котловой воды. Внутрикотловая обработка и продувка.

Требования к чистоте пара и возможные пути попадания примесей в пар при разном давлении в котле. Зависимость чистоты пара от нагрузки котла, уровня воды в барабане и концентрации солей в котловой воде.

Основные сепарационные устройства и область их применения: при подаче всей смеси под уровень, в паровой объем. Схемы с отдельным барабаном, выносными и внутрибарабанными циклонами.

Способы организации различных концентраций солей в котловой воде. Ступенчатые схемы испарения с промывкой пара. Особенности ступенчатого испарения с внутрибарабанными и выносными сепараторами для солевых отсеков, неполадки в их работе и мероприятия по их устранению. Области применения промывки пара и их конструктивное оформление. Методы расчета чистоты пара и выбор основных параметров сепарационных схем.

Водный режим прямоточных котлов: гидразинно-аммиачный, нейтральный, комплексный. Нормы качества питательной воды и методы вывода солей из прямоточных котлов.

Особенности коррозии в прямоточных и барабанных котлах и способы защиты, используемые для предотвращения и снижения коррозионных процессов во время эксплуатации.

Химические очистки и промывки котлов, борьба с коррозией в процессе их проведения.

Стояночная коррозия и методы ее предупреждения, используемые при консервации оборудования.

Темы лекций:

1. Водный режим барабанных котлов.
2. Водный режим прямоточных котлов.
3. Коррозионные процессы в котлах и способы защиты.

Темы практических занятий:

1. Принципиальные схемы обращения воды в циклах ТЭС.
2. Требования, методы оценки и характеристики качества питательной воды для котельных установок.

Название лабораторных работ:

1. Определение гидравлической характеристики насоса.
2. Определение гидравлической характеристики вентилятора.

Раздел 4. Эксплуатация и ремонт котлоагрегатов

Понятие эксплуатации парогенераторов: обслуживание, ремонт, подготовка кадров и повышение квалификации.

Организация обслуживания. ПТЭ. Инструкции. Оперативные схемы. Нормальные пуски и остановки котлоагрегатов. Аварийные остановки. Управление работой котлоагрегата во время нормальной работы. Распределение нагрузок между работающими котлами.

Технико-экономические показатели: КПД и основные потери, коэффициент готовности основного оборудования и др.

Аварии и отказы в работе. Порядок их расследования и регистрации. Составление и содержание документов по авариям и отказам.

Котлонадзор. Порядок регистрации котлоагрегатов в инспекции Ростехнадзора. Виды и периодичность освидетельствования. Документы освидетельствования. Роль технического персонала котельного цеха при инспекторском освидетельствовании.

Виды ремонтов котельных установок, организационные формы ремонтного обслуживания; разработка проектов организации работ; общие принципы организации ремонта в условиях ремонтного предприятия и ТЭС. Механизация ремонта: основные механизмы, средства малой механизации, их характеристики.

Темы лекций:

1. Понятие эксплуатации парогенераторов и ее составляющие.
2. Организационные формы обслуживания котельных установок.
3. Общие принципы организации ремонта тепломеханического оборудования ТЭС.

Темы практических занятий:

1. Изучение технологических процессов ремонта отдельных узлов котельной установки.
2. Изучение инструкций и других руководящих документов, регламентирующих производство ремонтных работ по котельному оборудованию.

Название лабораторных работ:

1. Эксплуатационные характеристики парового котла.
2. Влияние режимных параметров на работу пластничатого подогревателя.
3. Влияние режимных параметров на работу кожухотрубного подогревателя.

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;
- Подготовка к практическим занятиям;
- Подготовка к лабораторным работам;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Быстрицкий Г.Ф., Гасангаджиев Г.Г., Кожиченков В.С. Общая энергетика. Основное оборудование: Учебник Для СПО. – 2-е изд., испр. и доп. – Электрон. дан. – Москва: Юрайт, 2018. – 416 с. – Схема доступа: <https://urait.ru/bcode/429855>.
2. Галашов Н.Н. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций: электронное учебное пособие [Электронный ресурс] / Н.Н. Галашов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); разраб. И.С. Шмырин. – 1 компьютерный файл (pdf; 195 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2017. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m411.pdf>.
3. Карякин С.К. Оборудование котельных установок: учебное пособие [Электронный ресурс] / С.К. Карякин, Б.В. Лебедев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 13 Mb). – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m416.pdf>.
4. Оборудование тепловых и атомных электрических станций: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / А.В. Воробьёв, Д.В. Гвоздяков, С.В. Лавриненко [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 1 компьютерный файл (pdf; 6.0 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2020. – Заглавие с титульного экрана. – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Схема доступа: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2020/m049.pdf>.

Дополнительная литература

1. Беляев С.А. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС: учебное пособие [Электронный ресурс] / С.А. Беляев, А.В. Воробьёв, В.В. Литвак; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 7.5 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – Заглавие с титульного экрана. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/m050.pdf>.
5. Любимова Л.Л. Технология подготовки воды для контуров котлов, парогенераторов, реакторов и систем их обеспечения: учебное пособие [Электронный ресурс] / Л.Л. Любимова, А.С. Заворин, А.А. Макеев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 761 KB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m148.pdf>.
6. Руднев С.Д., Петров В.И. Монтаж, сервис, ремонт, диагностика оборудования. – Ч.2: Сервис, ремонт, диагностика: Учебное пособие для студентов вузов. –

- Кемерово: КемГУ, 2015. – 164 с. – Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/111865>.
2. Ящура А.И. Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования: справочник [Электронный ресурс]. – Москва: ЭНАС, 2017. – 504 с. – Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/104565>.
 3. Вивденко Ю.Н., Кокшаров М.В. Ремонт тепломеханического оборудования / Ч. 3: Ремонт характерных видов оборудования: учебное пособие. Ч.3. – Омск: ОмГУПС, 2018. – 92 с. – Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/129142>.
 4. Крикунова Л.Л. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов профессионального модуля Обслуживание котельного оборудования на тепловых электрических станциях [Электронный ресурс]. – Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2017. – 8 с. – Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/153204>.
 5. Елистратов С.Л., Шаров Ю.И. Котельные установки и парогенераторы: учеб. пособие [Электронный ресурс]. – Новосибирск: НГТУ, 2017. – 102 с. – Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/118136>.
 6. Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей. РД 34.03.201–97: (издание с дополнениями и изменениями по состоянию на 03.04.2000 г.) правила введены в действие с 15.10.97 [Электронный ресурс]. – Москва: ЭНАС, 2013. – 224 с. – Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/104579>.
 7. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов: Практическое пособие. – 1. – Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2004. – 144 с. – Схема доступа: <http://znanium.com/go.php?id=74096>.
 8. Справочник инженера по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электрических станций и сетей. Централизованное и автономное электроснабжение объектов, цехов, промыслов, предприятий и промышленных комплексов [Электронный ресурс]; Под ред. Назарычева А.Н. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 928 с. – Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/95768>.
 9. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Москва: ЭНАС, 2014. – 264 с. – Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/104554>.
 10. Теплогидравлические модели оборудования электрических станций [Электронный ресурс]; Под общ. ред. Г.А. Филиппова, Ф.Ф. Пащенко. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2013. – 448 с. – Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59703.
 11. Филиппова Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем: учебник [Электронный ресурс]. – Новосибирск: НГТУ, 2014. – 294 с. – Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/118094>.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Казаков А.В. Надежность элементов энергетического оборудования. Организация самостоятельной работы в среде LMS Moodle: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / А.В. Казаков, С.А. Лихач; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 4.89 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. –

Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Схема доступа:
<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2017/m021.pdf>.

2. Электронная библиотека Томского политехнического университета (<http://catalog.lib.tpu.ru>).
3. Архив научных журналов «Neicon» (<http://archive.neicon.ru>);
4. Поисковая система Федерального института промышленной собственности по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (<http://www1.fips.ru>);
5. Электронная библиотека института инженеров электротехники и электроники «IEEE» (<http://ieeexplore.ieee.org>).

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

1. Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic;
2. LibreOffice.

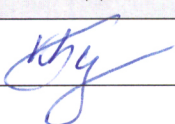
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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 (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 403	Котел Vitodent 100-W 26 кВт, одноконтурный с блоком управления и арматурой - 1 шт.; Стенд имитационный системы отопления и ГВС с напольным котлом - 1 шт.; Стенд имитационный системы отопления и ГВС с навесным котлом - 1 шт.; Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Зонт вытяжной - 2 шт.; 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, 406	Анализатор дымовых газов Testo350 - 1 шт.; Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Стол письменный - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.03 Энергетическое машиностроение, специализация «Котлы, камеры сгорания и парогенераторы АЭС» (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент		К.В. Буваков

Программа одобрена на заседании кафедры ПГС и ПГУ (протокол от 24.05.2017 г. № 25).

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 НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)
2018/2019 уч. год	Внесены изменения в разделы: Структура и содержание дисциплины; Учебно-методическое обеспечение; Материально-техническое обеспечение дисциплины.	Протокол №11 от 27.08.2018
2019/2020 уч. год	Внесены изменения в разделы: Структура и содержание дисциплины; Учебно-методическое обеспечение; Материально-техническое обеспечение дисциплины.	Протокол №29 от 30.05.2019
2020/2021 уч. год	Внесены изменения в разделы: Структура и содержание дисциплины; Учебно-методическое обеспечение; Материально-техническое обеспечение дисциплины.	Протокол №44 от 26.06.2020