

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИЦЭ

А.С. Матвеев

«05» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Системы и источники энергоснабжения

Направление подготовки/ специальность	13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Автоматизация теплоэнергетических процессов		
Специализация			
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		16
	Практические занятия		32
	Лабораторные занятия		16
	ВСЕГО		64
Самостоятельная работа, ч			152
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной аттестации

Экзамен,
Диф. зачет
(КП)

Обеспечивающее
подразделение

НОЦ
И.Н.Бутакова

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

	Заворин А.С.
	Стрижак П.А.
	Галашов Н.Н.

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
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	И.УК(У)-2.1	Участует в управлении проектом на всех этапах жизненного цикла	УК(У)-2.1В1	Владеет управлением проектами в области оперативного управления производствами и предприятиями; распределением заданий и побуждением других к достижению целей; управлением разработкой технического задания проекта, управлением реализацией профильной проектной работы; управлением процесса обсуждения и доработки проекта; участием в разработке технического задания проекта, разработкой программы реализации проекта в области оперативного управления производствами и предприятиями; организацией проведения профессионального обсуждения проекта, участием в ведении проектной документации; проектированием план-графика реализации проекта
				УК(У)-2.1У1	Умеет обосновывать практическую и теоретическую значимость полученных результатов оперативного управления производствами и предприятиями; проверять и анализировать проектную документацию; прогнозировать развитие процессов в проектной профессиональной области; выдвигать инновационные идеи и нестандартные подходы к их реализации в целях реализации проекта; анализировать проектную документацию; рассчитывать качественные и количественные результаты, сроки выполнения проектной работы
				УК(У)-2.1З1	Знает методы представления и описания результатов проектной деятельности; методы, критерии и параметры оценки результатов выполнения проекта; принципы, методы и требования, предъявляемые к проектной работе
ПК(У)-3	Способен интегрировать знания различных областей для разработки мероприятий по совершенствованию технологий производства, обеспечению экономичности, надежности и безопасности эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования	И.ПК(У)-3.1	Безопасная, надежная и экономичная эксплуатация энергооборудования, выполнение диспетчерского графика нагрузки, бесперебойное энергоснабжение потребителей, поддержание нормативного качества отпущаемой энергии	ПК(У)-3.1У3	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать современные технологии теплотехнических измерений, регистрации параметров при создании нового теплотехнического оборудования и теплотехнических установок

2. Место дисциплины (модуля) 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		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	знание и понимание физической сущности и методов учета на стадии проектирования напряжений в элементах оборудования при его работе, условий прочности и устойчивости, явлений вибрации и коррозии; знание и понимание технологии ресурсного проектирования, технологий и методов обоснования и обеспечения ресурса эксплуатации по критериям сопротивления усталости, сопротивления хрупкому разрушению, методов управления сроком службы ТЭС и АЭС	И.УК(У)-2.1, И.ПК(У)-3.1
РД 2	знание и понимание энергетических характеристик и режимов работы основного оборудования ТЭС и АЭС, свойств маневренности основного оборудования ТЭС и АЭС и способов ее повышения, принципов действия и алгоритмов регулирования и управления теплоэнергетическим оборудованием ТЭС и АЭС	И.УК(У)-2.1, И.ПК(У)-3.1
РД 3	умение рассчитывать энергетические характеристики основного оборудования и показатели надежности ТЭС и АЭС, тепловую схему блока ТЭС, АЭС на частичную нагрузку	И.ПК(У)-3.1
РД 4	опыт анализа решений проектных, исследовательских, ремонтных, наладочных, эксплуатационных организаций по вибрационной, динамической, циклической надежности и прочности	И.ПК(У)-3.1

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.
1. Введение. Графики электрических и тепловых нагрузок	РД1, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	10
2. Маневренность оборудования ТЭС	РД2-РД4	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	20
3. Переменные режимы работы оборудования ТЭС	РД1-РД4	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	30
4. Режимы работы оборудования ТЭС	РД1-РД4	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	30
5. Пуско-остановочные режимы работы оборудования ТЭС	РД1-РД4	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	34
6. Основы эксплуатации оборудования ТЭС	РД4	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	28

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение. Графики электрических и тепловых нагрузок

Рассматриваются вопросы работы ТЭС в составе энергосистемы. Суточные графики электрических нагрузок энергосистемы. Способы покрытия графиков нагрузки энергосистемы и требования к режимным характеристикам ТЭС.

Темы лекций:

1. Особенности работы ТЭС в составе объединенных энергосистем. Суточные графики электрических нагрузок и их режимные характеристики. Способы покрытия графиков нагрузки энергосистем и требования к режимным характеристикам ТЭС.

Темы практических занятий:

1. Сравнение способов прохождения ночного провала суточного графика электрических нагрузок.
2. Способы прохождения пиков нагрузки суточного графика электрических нагрузок.

Раздел 2. Маневренность оборудования ТЭС

Рассматриваются характеристики маневренности оборудования ТЭС и переходные процессы в оборудовании.

Темы лекций:

1. Аккумулирующая способность котла и ее влияние на режимы работы блока. Регулируемый диапазон котлов и турбин и факторы его определяющие. Способы расширения регулируемого диапазона котлов и турбин. Перевод блоков на нагрузку собственных нужд. Моторный режим работы. Режимы с отключением группы ПВД. Способы прохождения минимальных и максимальных нагрузок суточного графика нагрузки. Скорости изменения нагрузки котлов и турбин и факторы их определяющие. Факторы, определяющие надежность работы котла в переходных режимах. Мобильность и форсировочные режимы.

Темы практических занятий:

1. Режимы с отключением группы ПВД.
2. Работа котла в переходных режимах.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование работы энергоблока при отключении ПВД.

Раздел 3. Переменные режимы работы оборудования ТЭС

Рассматриваются параметры и показатели оборудования в переменных режимах, характеристики оборудования в переменных режимах, факторы, влияющие на характеристики оборудования ТЭС.

Темы лекций:

1. Зависимость КПД котла и турбины от нагрузки. Зависимость параметров пара в отборах турбины и конденсаторе от нагрузки. Процесс расширения пара в турбине на частичных нагрузках при различных системах парораспределения и способах регулирования нагрузки. Расчет тепловых схем конденсационных энергоблоков на частичные нагрузки. Энергетические характеристики котлов и турбин. Поправки к энергетическим характеристикам на отклонение параметров от номинальных. Влияние чистоты поверхностей нагрева и присосов воздуха на экономичность энергоблоков. Влияние нагрузки блока на потери рабочего тела и работу регенеративных подогревателей, деаэратора и испарителей.

Темы практических занятий:

1. Расчет тепловой схемы энергоблока в переменном режиме.
2. Расчет показателей КЭС по энергетическим характеристикам турбин.

Названия лабораторных работ:

1. Снятие энергетической характеристики на модели конденсационной турбины.
2. Снятие поправок к энергетической характеристике на модели конденсационной турбины.

Раздел 4. Режимы работы оборудования ТЭЦ

Рассматриваются характеристики теплофикационных турбин и особенности работы оборудования ТЭЦ.

Темы лекций:

1. Характеристики теплофикационных турбин. Теплофикационные и конденсационный режим работы турбин. Энергетические характеристики теплофикационных турбин. Пиковые режимы теплофикационных турбин.
2. Особенности работы оборудования ТЭЦ.

Темы практических занятий:

1. Расчет теплофикационного узла.
2. Расчет показателей ТЭЦ по энергетическим характеристикам турбин.
3. Расчет переменных режимов сетевого подогревателя.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование работы теплофикационной турбины в зависимости от температуры наружного воздуха.
2. Исследование пиковых режимов работы теплофикационной турбины.
3. Построение диаграммы режимов теплофикационной турбины.

Раздел 4. Пуско-остановочные режимы работы оборудования ТЭС
--

Рассматриваются факторы, определяющие пуско-остановочные режимы, и режимы пуска и останова основного и вспомогательного оборудования ТЭС.

Темы лекций:

1. Температурные напряжения в металле при переходных режимах и связанные с ними ограничения пусковых и остановочных режимов котлов, турбин и паропроводов. Контроль допустимости режимов по температурной неравномерности металла. Допустимые скорости прогрева и охлаждения оборудования пароводяного тракта ТЭС. Относительные удлинения и прогиб ротора турбин как факторы ограничения скорости их пуска и нагружения. Критерии надежной работы котлов и турбин.
2. Предпусковые состояния оборудования. Этапы и графики пуска. Пусковые схемы и требования к ним. Неблочный и блочный пуски оборудования. Пусковые схемы блоков с барабанными и прямоточными котлами. Предпусковые операции на котле и турбине. Особенности растопки барабанных и прямоточных котлов. Пуск блоков из холодного состояния. Особенности пусков блоков из неостывшего и горячего состояний. Особенности пусков теплофикационных турбин. Виды остановов. Особенности остановов оборудования в резерв и ремонт. Аварийные остановки котлов и турбин. Расход топлива на пуско-остановочный режим. Консервация оборудования.

Темы практических занятий:

1. Анализ критериев надежной работы котлов и турбин.
2. Изучение пусковых схем энергоблоков с барабанным и прямоточным котлом.

Названия лабораторных работ:

1. Изучение пусковых операций на тренажере энергоблока 200 МВт.

Раздел 6. Основы эксплуатации оборудования ТЭС

Рассматриваются задачи и организация эксплуатации основного и вспомогательного оборудования ТЭС.

Темы лекций:

1. Основные задачи эксплуатации. Организация эксплуатации оборудования ТЭС.

Темы практических занятий:

1. Эксплуатация котельной установки и ее систем.
2. Эксплуатация турбинной установки и ее систем.

Тема курсового проекта:

Система энергоснабжения промышленного района.

Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) 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);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение домашних заданий;
- 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. Ляликов, Б. А. Источники и системы теплоснабжения промышленных предприятий : учебное пособие / Б. А. Ляликов ; Томский политехнический университет (ТПУ), Институт дистанционного образования (ИДО). — 2-е изд., стер. — Томск: Изд-во ТПУ, 2008-2016. — Ч. 1. — 2008. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/m115.pdf>. — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст : электронный.
2. Беспалов, В. И. Системы и источники энергоснабжения : учебное пособие / В. И. Беспалов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m301.pdf>. — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст : электронный.

Дополнительная литература:

1. Ляликов, Б. А. Источники и системы теплоснабжения промышленных предприятий : учебное пособие: Б. А. Ляликов; Томский политехнический университет (ТПУ), Институт дистанционного образования (ИДО). — 2-е изд., стер. — Томск : Изд-во ТПУ, 2008-2016. — Ч. 2. — 2008. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/m116.pdf>. — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст : электронный.
2. Шкаровский, А. Л. Теплоснабжение : учебник / А. Л. Шкаровский. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 392 с. — ISBN 978-5-8114-3159-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/109515>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Клименко А.В., Теплоэнергетика и теплотехника Кн. 4. : Промышленная теплоэнергетика и теплотехника / Клименко А. В. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. (Справочная серия "Теплоэнергетика и теплотехника") - ISBN 978-5-383-01171-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011713.html>. - Режим доступа : по подписке.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Электронный курс в среде LMS MOODLE «Режимы работы и эксплуатации ТЭС» <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2996>

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; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
2. Document Foundation LibreOffice;
3. Cisco Webex Meetings;
4. 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 (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 32	Комплект учебной мебели на 18 посадочных мест; Компьютер - 20 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория - помещение для самостоятельной работы обучающихся, имеется подключение к сети "Интернет" и доступ в электронную информационно-образовательную среду 634034, Томская область, г. Томск, Белинского улица, 53а, 311	Компьютер - 38 шт.; Принтер - 3 шт.; Проектор - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 50 посадочных мест
3.	Аудитория - помещение для самостоятельной работы обучающихся, имеется подключение к сети "Интернет" и доступ в электронную информационно-образовательную среду 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 120	Компьютер - 16 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест

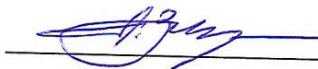
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Автоматизация теплоэнергетических процессов» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова	Галашов Николай Никитович

Программа одобрена на заседании выпускающего НОЦ И.Н. Бутакова (протокол от «26» июня 2020 г. № 44).

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

 / Заворин А.С./

Лист изменений рабочей программы:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (про- токол)