

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИПЭ

Матвеев А.С.
«27» 06 2020 г.

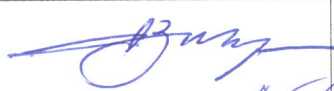
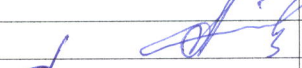
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Централизованная и распределенная генерация энергии			
Направление подготовки/ специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Теплоэнергетика и теплотехника		
Специализация	Тепловые электрические станции		
Уровень образования	Бакалавр		
Курс	3	семестр	6
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		16
	Практические занятия		16
	Лабораторные занятия		16
	ВСЕГО		48
Самостоятельная работа, ч		60 (КП-30 ч)	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной
аттестации

Экзамен, Диф. зачет (КП)	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н.Бутакова
--------------------------------	---------------------------------	---------------------

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

	Заворин А.С.
	Антонова А.М.
	Ромашова О.Ю.

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)-2	Способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	Р13	ПК(У)-2.В5	Владеет опытом исследования зависимостей эффективности теплоэнергетических установок от термодинамических параметров
			ПК(У)-2.В6	Владеет опытом определения показателей теплоэнергетических установок
			ПК(У)-2.У5	Умеет использовать основные законы и уравнения процессов, происходящих в оборудовании ТЭС
			ПК(У)-2.У6	Умеет рассчитывать тепловые схемы энергетических установок и анализировать результаты
			ПК(У)-2.35	Знает устройство, принцип действия оборудования теплоэнергетических установок и особенности происходящих в нем процессов
			ПК(У)-2.36	Знает методики расчета тепловых схем энергетических установок

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		Компетенция
Код	Наименование	
РД1	Уметь использовать основные законы естественнонаучных и математических дисциплин при проектировании и анализе работы энергетических установок	ПК(У)-2
РД2	Знать основные технологии транспортировки и преобразования энергии топлива, принцип действия и устройство основных элементов технологических схем производства электроэнергии	ПК(У)-2
РД3	Владеть методиками расчета тепловых схем и выбора энергетического оборудования	ПК(У)-2
РД4	Проводить анализ рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов при централизованном и распределенном производстве электроэнергии и теплоты	ПК(У)-2

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 (модуль) 1. Технологические схемы и процессы производства электроэнергии	РД1 РД2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	6
Раздел (модуль) 2. Показатели работы систем централизованной и распределенной генерации энергии	РД3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	6
Раздел (модуль) 3. Способы повышения тепловой экономичности теплоэнергетических установок	РД1	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	6
Раздел (модуль) 4. Отпуск теплоты в системах централизованного и автономного теплоснабжения	РД1 РД3	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	6
Раздел (модуль) 5. Технологические схемы и оборудование распределенной генерации электроэнергии	РД4	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	6

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Раздел 1. Технологические схемы и процессы производства электроэнергии и теплоты - 4 час

Энергетические ресурсы: возобновляемые и невозобновляемые. Топливо: органическое и ядерное. Топливные циклы: производство, транспорт, использование, отходы. Графики электрической нагрузки. Циклы паротурбинных установок (ПТУ). Пути повышения КПД ПТУ. Газотурбинные установки (ГТУ). Способы повышения КПД ГТУ. Схема, цикл и КПД ГТУ со ступенчатым сжатием, ступенчатым сгоранием, регенерацией, теплофикацией. Парогазовые установки (ПГУ). Типы ПГУ и их эффективность. Утилизационные ПГУ, устройство и работа котла-утилизатора.

Темы практических занятий:

1. Параметры и показатели циклов тепловых двигателей.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование влияние параметров рабочего тела на экономичность циклов ПТУ

Раздел 2. Показатели работы систем централизованной и распределенной генерации энергии – 2 час.

Факторы, определяющие выбор системы энергоснабжения. Техничко-экономические показатели и критерии эффективности систем энергоснабжения. Показатели тепловой экономичности КЭС. Показатели тепловой экономичности ТЭЦ. Составляющие себестоимости отпуска электроэнергии и теплоты от ТЭС.

Темы практических занятий:

1. Сравнение раздельной и комбинированной выработки электроэнергии и теплоты на ТЭС

Названия лабораторных работ:

1. Изучение элементов тепловой схемы КЭС

Раздел 3. Способы повышения тепловой экономичности теплоэнергетических установок – 4 час.

Влияние начальных параметров пара на экономичность циклов ПТУ. Влияние конечных параметров пара на экономичность циклов ПТУ. Способы промежуточного перегрева пара на ТЭС и АЭС. Назначение промперегрева и схемы ПТУ с промперегревом. Оптимальное давление пара в схемах ПТУ с газовым промперегревом. Способы снижения конечной влажности пара в турбоустановках АЭС. Оптимальное разделительное давление в схемах АЭС. Параметры газотурбинного цикла. Оптимальная степень сжатия воздуха в компрессоре. Выбор параметров ПТУ в составе ПГУ утилизационного типа.

Энергетическая эффективность регенеративного подогрева питательной воды на ТЭС. КПД и мощность ПТУ с регенеративными отборами. Типы регенеративных подогревателей. Тепловые балансы регенеративных подогревателей. Расчет параметров регенеративного подогрева. Влияние числа ступеней на эффективность РППВ. Оптимальная температура питательной воды. Распределение подогрева по ступеням. Коэффициент регенерации газового цикла.

Темы практических занятий:

1. Выбор оптимальных параметров паровой турбины в составе ПГУ

Названия лабораторных работ:

1. Исследование системы регенеративного подогрева питательной воды

Раздел 4. Отпуск теплоты в системах централизованного и автономного теплоснабжения – 4 час

Графики тепловых нагрузок. Отпуск тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Температурный график теплосети. Коэффициент теплофикации. Сетевая подогревательная установка. Схемы и оборудование централизованного и автономного теплоснабжения. Отпуск технологического пара. Влияние температуры наружного воздуха на показатели работы источников тепловой энергии. Преимущества теплофикации. Особенности отпуска теплоты от ГТУ-ТЭЦ и ПГУ-ТЭЦ. Котельные и мини-ТЭЦ.

Темы практических занятий:

1. Выбор оптимального коэффициента теплофикации

Названия лабораторных работ:

1. Изучение элементов тепловой схемы ТЭЦ

Раздел 5. Технологические схемы и оборудование распределенной генерации электроэнергии – 2 час.

Микро-турбины. Топливные элементы. Возобновляемые источники энергии.

Режимы работы автономных систем электроснабжения. Выбор вспомогательного оборудования.

Темы практических занятий:

1. Надежность электроснабжения в системах распределенной генерации

Названия лабораторных работ:

1. Изучение работы ветровой установки

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
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям
- Выполнение курсового проекта
- Подготовка к контрольной работе, защите КП и экзамену

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Основы современной энергетики. В 2 томах. Том 1. Современная теплоэнергетика: учебник для вузов / А. Д. Трухний, М. А. Изюмов, О. А. Поваров, С. П. Малышенко. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2019. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента". – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013373.html> (дата обращения: 28.08.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Клименко А.В., Теплоэнергетика и теплотехника. Кн. 1. Теплоэнергетика и теплотехника. Общие вопросы / Клименко А.В. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. (Справочная серия "Теплоэнергетика и теплотехника") - ISBN 978-5-383-01168-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011683.html> (дата обращения: 02.12.2020). - Режим доступа : по подписке.
3. Стерман Л.С., Тепловые и атомные электрические станции : учебник для вузов / Л.С. Стерман, В.М. Лавыгин, С.Г. Тишин. - 6-е изд., стер. - М. : МЭИ, 2020. - ISBN 978-5-383-01419-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014196.html> (дата обращения: 02.12.2020). Режим доступа: для авториз. Пользователей
4. Дмитриева, Е. В. Перспективы распределенной генерации в России: реферат // Е. В. Дмитриева / Иркутский государственный технический университет - URL: <https://cinref.ru/razdel/04400proizvodstvo/18/413805.htm> (дата обращения 01.08.2019)

Дополнительная литература

1. Александров А.А., Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок : учебное пособие для вузов / Александров А.А. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01110-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011102.html> (дата обращения: 02.12.2020). - Режим доступа : по подписке.
2. Цанев С.В., Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций : учебное пособие для вузов / С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.Н. Ремезов; под ред. С.В. Цанева. - 3-е изд., стереот. - М. : МЭИ, 2020. - ISBN 978-5-383-01424-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014240.html> (дата обращения: 02.12.2020). - Режим доступа : по подписке.
3. Соколов Е.Я., Теплофикация и тепловые сети : учебник для вузов. / Соколов Е.Я. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01166-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" [сайт] - URL :

- <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011669.html> (дата обращения: 02.12.2020). - Режим доступа : по подписке.
4. Галашов Н. Н. Технологические процессы выработки электроэнергии на ТЭС и ГЭС: учебное пособие / Н. Н. Галашов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m232.pdf> (дата обращения: 27.02.2020). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.
5. Александров А.А., Теплофизические свойства рабочих веществ теплоэнергетики / А.А. Александров, К.А. Орлов, В.Ф. Очков - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - 226 с. - ISBN 978-5-383-01073-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010730.html> (дата обращения: 02.12.2020). - Режим доступа : по подписке.
6. Сазанов Б.В., Промышленные теплоэнергетические установки и системы : учеб. пособие для вузов / Сазанов Б.В. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01246-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012468.htm> (дата обращения: 02.12.2020).
7. Бортник И.М., Основы современной энергетики в 2 т. Том 2. Современная электроэнергетика : учебник для вузов / под ред. профессоров А.П. Бурмана и В.А. Строева; под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова - М. : Издательский дом МЭИ, 2016. - 678 с. - ISBN 978-5-383-01044-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010440.html> (дата обращения: 02.12.2020). - Режим доступа : по подписке.
8. Данилов О.Л., Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебник для вузов / О.Л. Данилов, А.Б. Горяев, И.В. Яковлев и др.; под ред. А.В. Клименко - М. : Издательский дом МЭИ, 2011. - 424 с. - ISBN 978-5-383-00609-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383006092.html> (дата обращения: 02.12.2020). - Режим доступа : по подписке.
9. Роголёв Н.Д., Экономика энергетики : учебник для вузов / Н.Д. Роголёв, А.Г. Зубкова, И.В. Мастерова и др.; под ред. Н.Д. Роголёва. - М. : Издательский дом МЭИ, 2011. - 320 с. - ISBN 978-5-383-00324-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383003244.html> (дата обращения: 02.12.2020). - 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. Информационно-справочная система «Кодекс» – <http://kodeks.lib.tpu.ru/>
2. Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com/>
5. Электронно-библиотечная система «Юрайт» – <https://urait.ru/>
6. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» – <https://new.znanium.com/>

Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Office Standard 16 Академическая лицензия

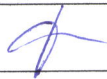
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 302	Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 209	Доска аудиторная настенная - 3 шт.; Комплект учебной мебели на 96 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.

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

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова		Ромашова О.Ю.

Программа одобрена на заседании кафедры Атомных и тепловых электростанций Энергетического института (протокол № 19 от «18» 05. 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:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)
2018/2019 уч. год	Внесены изменения в раздел учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	протокол № 11 от 19.06.2018
2019/2020 уч. год	Внесены изменения в разделы учебно-методическое, информационное, программное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины	протокол № 29 от 30.05.2019
2020/2021 учебный год	Изменена форма документов основных образовательных программ, в том числе УМК дисциплин	Приказ по ТПУ №127-7/об от 06.05.2020