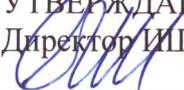


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИШЭ


 Матвеев А.С.
 «26» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2018 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

Конструирование паровых котлов		
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 7, 8	
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	11 (9/2)	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	56
	Практические занятия	94
	Лабораторные занятия	8
	ВСЕГО	158
Самостоятельная работа, ч		238
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		курсовой проект
ИТОГО, ч		396

Вид промежуточной аттестации	диф. зачет, экзамен, зачет	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н. Бутакова
---------------------------------	----------------------------------	---------------------------------	----------------------

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

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-1	Способностью к конструкторской деятельности	ПК(У)-1.B1	Владеет опытом выполнения проектных разработок высокотехнологичного оборудования, его отдельных узлов и элементов энергомашиностроительной отрасли
		ПК(У)-1.B2	Владеет навыками работы с нормативно-технической документацией по проектированию объектов энергетического машиностроения
		ПК(У)-1.У1	Умеет выполнять технические расчеты энергетических машин, установок и аппаратов с применением нормативных и отраслевых рекомендаций
		ПК(У)-1.У2	Умеет оценивать технические требования по проектированию строящихся и реконструируемых объектов с использованием передовых технологий
		ПК(У)-1.31	Знает методы проведения основных технических расчетов энергетических машин, установок и аппаратов с применением нормативных и отраслевых требований
		ПК(У)-1.32	Знает требования проектной документации, действующих в отрасли государственных стандартов, нормативно-технических документов по проектированию, строительству и реконструкции объектов профессиональной деятельности
ПК(У)-2	Способностью применять методы графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем	ПК(У)-2.B1	Владеет опытом выполнения тепловой схемы, разводки трубопроводов, чертежей газоходов и воздухопроводов, сечений, узлов и элементов по тепломеханическим решениям
		ПК(У)-2.У1	Умеет использовать современные технологии САЕ / CAD систем проектирования
		ПК(У)-2.У2	Умеет работать специальными графическими программами для проектирования и моделирования
		ПК(У)-2.31	Знает современные технологии и системы проектирования в энергомашиностроительной отрасли

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
		ПК(У)-2.32	Знать специальные компьютерные программы, необходимые для разработки проектной и рабочей документации по технологическим решениям
ПК(У)-3	Способностью принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	ПК(У)-3.В3	Владеет опытом анализа вариантов тепловой схемы и выбор оптимального решения
		ПК(У)-3.31	Знает технологические процессы и энергосберегающие технологии энергомашиностроительной отрасли
ПК(У)-4	Способностью представлять техническую документацию в соответствии с требованиями единой системой конструкторской документации	ПК(У)-4.В1	Владеет навыками представления передовых решений инженерных задач с применением средств нормативно-технической и графической информации
		ПК(У)-4.У1	Умеет оформлять проектную документацию в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию
		ПК(У)-4.31	Знает правил выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативных документов в отрасли

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		Компетенция
Код	Наименование	
РД 1	Знать основы конструирования и методы расчета паровых котлов	ПК(У)-1, ПК(У)-2, ПК(У)-4
РД 2	Знать физические процессы в трактах паровых котлов	ПК(У)-1, ПК(У)-3
РД 3	Применять современные подходы к проектированию паровых котлов	ПК(У)-1, ПК(У)-2, ПК(У)-4
РД 4	Использовать нормативную литературу и профессиональную терминологию	ПК(У)-1, ПК(У)-2, ПК(У)-4
РД 5	Анализировать эффективность и оптимальность принятых решений	ПК(У)-2, ПК(У)-3
РД 6	Учитывать и оценивать факторы, влияющие на надежность и эффективность работы котельных агрегатов	ПК(У)-1, ПК(У)-3
РД 7	Иметь навыки проектирования паровых котлов	ПК(У)-1, ПК(У)-2, ПК(У)-3

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. Тепловые схемы, классификация и основы теплового расчета котельных агрегатов	РД 1, РД3, РД4, РД 5, РД 7	Лекции	8
		Практические занятия	10
		Самостоятельная работа	30
Раздел 2. Испарительные и пароперегревательные поверхности нагрева	РД2, РД5, РД6, РД 7	Лекции	8
		Практические занятия	16
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	38
Раздел 3. Низкотемпературные поверхности нагрева	РД3, РД6, РД1, РД2, РД 5, РД 7	Лекции	8
		Практические занятия	16
		Самостоятельная работа	36
Раздел 4. Методы регулирования температуры перегретого пара и процессы с наружной стороны поверхностей нагрева	РД3, РД6, РД1, РД2, РД 5	Лекции	8
		Практические занятия	14
		Самостоятельная работа	32
Раздел 5. Очистка и сепарация пара	РД3, РД6, РД2, РД 5	Лекции	10
		Практические занятия	10
		Самостоятельная работа	34
Раздел 6. Особенности конструирования котельного агрегата	РД3, РД6, РД1, РД4, РД 5, РД 7	Лекции	6
		Практические занятия	14
		Самостоятельная работа	34
Раздел 7. Газовоздушный тракт и основы аэродинамического расчета котельной установки	РД3, РД6, РД1, РД2, РД4, РД 5, РД 7	Лекции	8
		Практические занятия	14
		Самостоятельная работа	34

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Тепловые схемы, классификация и основы теплового расчета котельных агрегатов.

Рассматриваются схемы тепловых электростанций, место и назначение котельного агрегата, его роль в производстве электроэнергии и тепла. Знакомятся с классификацией и типоразмерами паровых котлов. КПД котла и котельной установки, тепловым балансом.

Темы лекций:

1. Схемы тепловых электростанций.
2. Состав котельной установки и принцип ее работы.
3. Классификация и типоразмеры паровых котлов.
4. КПД котла и зависимость от нагрузки.
5. Тепловая схема котельного агрегата.
6. Конструктивный и поверочный тепловые расчеты.

Темы практических занятий:

1. Падение давления по ступеням пароперегревателя.
2. Тепловой расчет полурadiaционных поверхностей нагрева.

Раздел 2. Испарительные и пароперегревательные поверхности нагрева.

Рассматриваются конструкции испарительных и пароперегревательных поверхностей нагрева паровых котлов. Требования к надёжности при их конструировании.

Темы лекций:

1. Конструкции испарительных поверхностей барабанных и прямоточных паровых котлов.
2. Конструкция пароперегревательных поверхностей.
3. Влияние термодинамического характера зависимости между давлением и энтальпией воды и пара на конструкцию котла.
4. Компоновка паровых котлов и обоснование их выбора.

Темы практических занятий:

1. Тепловой расчет паропроводящих труб.

Темы лабораторных занятий:

1. Построение трехмерной модели ступени пароперегревателя.

Раздел 3. Низкотемпературные поверхности нагрева.

Знакомятся с типами и конструкциями водяных экономайзеров и воздухоподогревателей. Компоновочными решениями и процессами теплопередачи в низкотемпературных поверхностях нагрева.

Темы лекций:

1. Типы и конструкции водяных экономайзеров.
2. Типы и конструкции воздухоподогревателей.
3. Температурная компенсация расширения воздухоподогревателя.
4. Компоновка хвостовых поверхностей котлоагрегата.
5. Особенности теплового расчета низкотемпературных поверхностей нагрева.

Темы практических занятий:

1. Особенности распределения тепловосприятия по поверхностям конвективной шахты.

Раздел 4. Методы регулирования температуры перегретого пара и процессы с наружной стороны поверхностей нагрева.

Знакомятся с методами регулирования температуры перегретого пара. Протекающими физическими процессами. Также изучают основы физико-химических процессов на внутренней и внешней сторонах поверхностей нагрева.

Темы лекций:

1. Регулирование температуры перегретого пара.
2. Конструкции пароохладителей.
3. Регулировочная характеристика.
4. Основы физико-химических процессов шлакования и коррозии поверхностей нагрева.
5. Особенности абразивного износа поверхностей нагрева.

Темы практических занятий:

1. Расчет пароохладителей.

Раздел 5. Очистка и сепарация пара.

Знакомятся с физико-химическими основами поведения примесей в воде и паре.

Промывкой и барботажем пара.

Темы лекций:

1. Процесс барботажа.
2. Физико-химические основы поведения примесей.
3. Растворимость примесей и закономерности образования отложений.
4. Методы вывода примесей.
5. Влияние загрязнений на работу поверхностей котла.
6. Ступенчатое испарение.
7. Методы получения чистого пара.

Темы практических занятий:

1. Сведение теплового баланса котельного агрегата.

Раздел 6. Особенности конструирования котельного агрегата.

Рассматриваются элементы циркуляционных контуров, особенности разбивки экранов на отдельные панели, подвод и отвод рабочего тела. Изучают виды обмуровки котельного агрегата, требования к лестницам и площадкам.

Темы лекций:

1. Разбивка экранных труб на панели и определение количества опускных и пароотводящих труб.
2. Размещение барабана на каркасе котла.
3. Рекомендации и особенности компоновки пароперегревателей.
4. Компоновка теплового ящика.
5. Основные элементы каркаса котла.
6. Виды обмуровок и теплоизоляции.
7. Основные требования к размещению площадок и устройству лестниц.
8. Методы и технологии очистки поверхностей нагрева.
9. Требования, предъявляемые к конструкции трубопроводов и паропроводов.

Темы практических занятий:

1. Конструктивный расчет пароперегревателей.
2. Тепловой расчет водяного экономайзера.

Раздел 7. Газовоздушный тракт и основы аэродинамического расчета котельной установки.

Знакомятся со схемами газовоздушных трактов котельных установок, особенностями конструирования. Изучают методику аэродинамического расчета.

Темы лекций:

1. Виды газовоздушных трактов.
2. Особенности самотяги и использования тягодутьевых машин.
3. Компоновка газового тракта котельной установки.
4. Сопротивления газового тракта.
5. Рекомендации по конструированию газовоздухопроводов, их узлов и элементов.

Темы практических занятий:

1. Тепловой расчет воздухоподогревателя.
2. Аэродинамический расчет газового тракта котельной установки.

Тематика курсовых проектов:

1. Тепловой расчет и конструирование поверхностей нагрева парового котла Е-220-9,8-550.
2. Тепловой расчет и конструирование поверхностей нагрева парового котла Е-320-12,8-555.
3. Тепловой расчет и конструирование поверхностей нагрева парового котла Е-360-13,2-545.
4. Аэродинамический расчет газового тракта котельной установки с паровым котлом

- Е-340-14,0-555.
5. Аэродинамический расчет газового тракта котельной установки с паровым котлом Е-180-9,2-540.
 6. Аэродинамический расчет газового тракта котельной установки с паровым котлом Е-420-13,8-550.

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;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение курсовой работы или проекта;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Резников, Матвей Исаакович. Паровые котлы тепловых электростанций : учебник / М. И. Резников, Ю. М. Липов. – Изд. стер.. – Москва: Альянс, 2016. – 240 с.: ил. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C332681>)
2. Рыжкин, Вениамин Яковлевич. Тепловые электрические станции : учебник для вузов / В. Я. Рыжкин; под ред. В. Я. Гиршфельда. – 4-е изд., стер.. – Москва: АРИС, 2014. – 328 с.: ил. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C282835>)

Дополнительная литература

1. Тепловой расчет котельных агрегатов. (Нормативный метод). – СПб.: НПО ЦКТИ, 1998. – 256 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C34485>)
2. Резников Цирельман, Н. М.. Техническая термодинамика : учебное пособие [Электронный ресурс] / Цирельман Н. М.. – 2-е изд., доп.. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 352 с.. – Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/107965>
3. Чумаков, Юрий Александрович. Теория и расчет транспортных газотурбинных двигателей : учебник / Ю. А. Чумаков. – Москва: Форум Инфра-М, 2012. – 448 с.: ил.. – Высшее образование. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C34485>)

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. НТБ - <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>
2. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
3. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
4. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/>
6. Информационно-справочная система КОДЕКС - <https://www.lib.tpu.ru/html/kodeks>

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

1. Microsoft Office 2007 Standart Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standart Russian Academic;
2. Document Foundation LibreOffice;
3. Cisco Webex Meetings;
4. Zoom Zoom;
5. Mathcad;
6. Autodesk Inventor;
7. Autodesk AutoCAD.

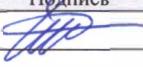
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 401	Комплект оборудования для проведения лекционных и практических занятий: <ul style="list-style-type: none"> - Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; - Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; - Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; - Макет ГПА–32 Ладога – 1 шт.; - Макет компрессора – 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 406	Комплект оборудования для проведения лекционных и практических занятий: <ul style="list-style-type: none"> - Компьютер - 1 шт.; - Проектор - 1 шт.; - Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; - Стол письменный - 1 шт.; - Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 403	Комплект оборудования для проведения лекционных и практических занятий: <ul style="list-style-type: none"> - Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; - Стенд имитационный системы отопления и ГВС с навесным котлом - 1 шт.; - 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.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 308	Комплект оборудования для проведения лекционных и практических занятий: <ul style="list-style-type: none"> - Комплект учебной мебели на 38 посадочных мест; Стол письменный - 2 шт.; - Макет парового котла – 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.03 Энергетическое машиностроение / Энергетическое машиностроение / Котлы, камеры сгорания и парогенераторы АЭС (приема 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент, к.т.н.		Гиль А.В.

Программа одобрена на заседании Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова (протокол от 19.06.2018г. №11).

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)
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