

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

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИИЭ

 Матвеев А.С.
 «26» 06 2020 г.

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

Энергетические машины и теплообменные аппараты		
Направление подготовки/ специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника	
Образовательная программа (направленность (профиль))	Агрегаты электростанций и газоперекачивающих систем	
Специализация	Агрегаты газоперекачивающих станций	
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат	
Курс	3 семестр 5	
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32
	Практические занятия	40
	Лабораторные занятия	16
	ВСЕГО	88
Самостоятельная работа, ч		128
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		курсовая работа
ИТОГО, ч		216

Вид промежуточной аттестации	диф. зачет, экзамен	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н. Бутакова
Заведующий кафедрой – руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры			Заворин А.С.
Руководитель ООП			Тайлашева Т.С.
Преподаватель			Тайлашева Т.С.

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
ОПК(У)-3	Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	И.ОПК(У)-3.2	Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем	ОПК(У)-3.2В1	Владеет опытом использования знаний теплофизических свойств рабочих тел и теплоносителей при расчетах теплоэнергетических и теплотехнических установок и их оборудования
				ОПК(У)-3.2У1	Умеет использовать знания теплофизических свойств рабочих тел и теплоносителей при расчетах теплоэнергетических и теплотехнических установок и их оборудования
				ОПК(У)-3.2З1	Знает теплофизические свойства рабочих тел и теплоносителей
		И.ОПК(У)-3.3	Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и термодинамических соотношений и применяет для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей	ОПК(У)-3.3В1	Владеет опытом исследования и расчетов процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты
				ОПК(У)-3.3У1	Умеет проводить исследования и расчет процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты
				ОПК(У)-3.3З1	Знает методы исследования и методики расчета процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты
		И.ОПК(У)-3.5	Делает выводы об эффективности технологий получения, преобразования, транспорта и использования энергии в теплоэнергетических установках, нетрадиционных источниках энергии	ОПК(У)-3.5В1	Владеет опытом расчетного анализа параметров и показателей энергетических установок и их оборудования
				ОПК(У)-3.5У1	Умеет рассчитывать параметры и показатели энергетических установок и их оборудования
				ОПК(У)-3.5З1	Знает основные технологии преобразования, транспортировки и использования энергии топлива; принцип действия и устройство нетрадиционных и возобновляемых источников энергии
		ПК(У)-1	Способен руководить производственным коллективом, осуществляющим эксплуатацию котлов, работающих на твердом топливе	И.ПК(У)-1.1	Планирование деятельности по эксплуатации котлов, работающих на твердом топливе

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-4	Способен выполнять специальные расчеты для проектирования котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектростанций	И.ПК(У)-4.2	Выполнение аэродинамических расчетов и расчетов энергоэффективности	ПК(У)-4.2В1	Владеет опытом выполнения аэродинамических расчетов
				ПК(У)-4.2У1	Умеет выполнять аэродинамические расчеты и расчеты энергоэффективности
				ПК(У)-4.2З1	Знает аэродинамические расчеты и расчеты энергоэффективности
				ПК(У)-4.2В2	Владеет опытом выполнения расчетов энергоэффективности и технико-экономических показателей

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы (обязательная дисциплина).

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция ООП
Код	Наименование	
РД1	Понимать основные принципы получения и преобразования энергии.	ОПК(У)-3
РД2	Понимать и составлять тепловые схемы энергетических установок различного назначения.	ОПК(У)-3 ПК(У)-1
РД3	Знать классификацию, типы и характеристики энергетических машин и теплообменных аппаратов.	ОПК(У)-3 ПК(У)-1
РД4	Использовать методы теплового, газодинамического, гидравлического расчета для оценки экономичности энергетических машин и аппаратов.	ОПК(У)-3 ПК(У)-4

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. Основные принципы получения и преобразования энергии	РД 1, РД2,	Лекции	8
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	32
Раздел 2. Основы теории. Основные рабочие характеристики энергетических машин	РД2, РД3, РД4	Лекции	8
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	32
Раздел 3. Классификация, типы и характеристики энергетических машин	РД2, РД3, РД4	Лекции	8
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	32
Раздел 4. Классификация, типы	РД2, РД3,	Лекции	8

и теплообменных аппаратов	характеристики	РД4	Практические занятия	10
			Лабораторные занятия	4
			Самостоятельная работа	32

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основные принципы получения и преобразования энергии

Виды преобразования энергии. Прямое преобразование энергии. Химические, электрические, магнитно-гидродинамические методы.

Энергетические установки для производства электрической энергии (тепловые, атомные, гидроэлектростанции, ветровые и приливные электростанции).

Энергетические установки для производства тепловой энергии (ТЭЦ, тепловые насосы, холодильные машины и др.).

Энергетические машины для получения механической энергии (двигатели внутреннего сгорания, дизели, турбины: гидравлические, паровые, газовые и воздушные).

Темы практических занятий:

1. Расчёт центробежного компрессора

Названия лабораторных работ:

1. Составление тепловых схем энергетических установок различного назначения.

Раздел 2. Основы теории. Основные рабочие характеристики энергетических машин

Основные понятия. Основы теории. Основные рабочие параметры и характеристики энергетических машин. Термодинамика процесса. Закон сохранения энергии. Коэффициент полезного действия. Потери от трения и утечек. Охлаждение. Процессы сжатия и расширения в диаграммах состояния. Ступенчатое сжатие и расширение. Выбор количества ступеней.

Темы практических занятий:

1. Расчёт центробежного компрессора

Названия лабораторных работ:

1. Составление тепловых схем энергетических установок различного назначения.

Раздел 3. Классификация, типы и характеристики энергетических машин

Паровые и газовые турбины: принцип работы, основные характеристики, размеры, число ступеней и другие технические характеристики.

Осевые компрессоры, центробежные нагнетатели и вентиляторы: принцип работы; число ступеней; основные характеристики и размеры и другие технические характеристики.

Методы теплового и газодинамического расчета энергетических машин: основные расчетные соотношения; материалы; надежность работы конструкции и т.д.

Темы практических занятий:

1. Тепловой расчет подогревателя.

Названия лабораторных работ:

1. Расчетные исследования экономичности паротурбинной установки, работающей по циклу Ренкина.

Раздел 4. Классификация, типы и характеристики теплообменных аппаратов

Теплообменные аппараты (регенеративные подогреватели, деаэраторы, конденсаторы, теплообменники, сепараторы и пароперегреватели, промышленные теплообменники): назначение и принцип работы, основные характеристики, типоразмеры.

Методы теплового и гидравлического расчета: основные расчетные соотношения; материалы; надежность работы конструкции; оптимизация компоновки поверхностей нагрева.

Темы практических занятий:

1. Тепловой расчет подогревателя.

Названия лабораторных работ:

1. Расчетные исследования экономичности паротурбинной установки, работающей по циклу Ренкина.

Тематика курсовых проектов (работ):

1. Расчет центробежного нагнетателя.
2. Расчет теплообменного аппарата.

5. 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;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;
- Выполнение курсовой работы;
- 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. Быстрицкий Г.Ф. Общая энергетика (производство тепловой и электрической энергии): учебник для вузов / Г.Ф. Быстрицкий, Г.Г. Гасангаджиев, В.С. Кожиченков. – 2-е изд., стер. – Москва: КноРус, 2014. – 407 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/284916>)
2. Быстрицкий Г.Ф. Теплотехника и энергосиловое оборудование промышленных предприятий: учебник для академического бакалавриата – 5-е изд., испр. и доп.. – Москва: Юрайт, 2016. – 306 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/345854>)
3. Назмеев, Ю.Г.. Теплообменные аппараты ТЭС : учебное пособие / Назмеев Ю.Г. / Лавыгин В.М.. — Москва: МЭИ, 2019. — 269с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/book~2FISBN9785383011935>)
4. Галиуллин З.Т. Современные газотранспортные системы и технологии / З.Т. Галиуллин, С.Ю. Сальников, В.А. Щуровский; Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий (ВНИИГАЗ). – Москва: Газпром ВНИИГАЗ, 2014. – 346 с.: ил. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/331559>)

Дополнительная литература:

1. Галашов Н.Н. Режимы работы и эксплуатации ТЭС: учебное пособие для вузов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – 252 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/299006>)
2. Даминов А.З., Кирсанов Ю.А., Ковальногов Н.Н., Молочников В.М. Теплообменные аппараты ТЭС: справочник: в 2 кн. Книга 1 [Электронный ресурс] / под общ. ред. чл.-корр. РАН Ю.Г. Назмеева и проф. В.Н. Шлянникова. – Издательский дом МЭИ, 2016. – 490 с. – Книга из коллекции Издательский дом МЭИ – Инженерно-технические науки. – Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72297
3. Рихтер Л.А. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций: учебное пособие для вузов / Л.А. Рихтер, Д.П. Елизаров, В.М. Лавыгин. – Екатеринбург:

- АТП, 2015. – 215 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/318094>)
4. Теплообменные аппараты ТЭС справочник: в 2 кн.: / под ред. Ю.Г. Назмеева, В.Н. Шлянникова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010 – Кн. 2. – 2010. – 435 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/208987>)
 5. Кудинов А.А. Энергосбережение в котельных установках ТЭС и систем теплоснабжения: монография / А.А. Кудинов, С.К. Зиганшина. – Москва: Инфра-М, 2016. – 320 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/335093>)
 6. Ревзин Б.С. Осевые компрессоры газотурбинных газоперекачивающих агрегатов: учебное пособие / Б.С. Ревзин. – Екатеринбург: 2000. – 90 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/24382>)
 7. Газоперекачивающие агрегаты с газотурбинным приводом на магистральных газопроводах: учебное пособие / Б.П. Поршаков [и др.]; Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина (РГУ Нефти и Газа). – Москва: Недра, 2010. – 246 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/214277>)

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Галашов Н.Н. Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций: электронное учебное пособие [Электронный ресурс]; разработ. И.С. Шмырин. – 1 компьютерный файл (pdf; 195 МВ). – Томск: Изд-во ТПУ, – 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>
2. Соколова И.Ю. Насосы, вентиляторы, компрессоры (нагнетатели): учебное пособие [Электронный ресурс] / И.Ю. Соколова, Е.П. Теслева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 1.3 МВ). – 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/m067.pdf>
3. Электронный каталог Томского регионального библиотечного консорциума (<http://arbicon.tomsk.ru>);
4. Единая государственная информационная система учета НИОКТР (<http://rosrid.ru>);
5. Национальная электронная библиотека (<https://нэб.рф>);
6. База реферативных журналов Всероссийского института научной и технической информации (<http://www2.viniti.ru>);
7. Российский информационно-библиотечный консорциум (<http://www.ribk.net>);
8. Университетская информационная система «УИС Россия» (<http://uisrussia.msu.ru>);
9. Поисковая система Федерального института промышленной собственности по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (<http://www1.fips.ru>);
10. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (<http://diss.rsl.ru>);
11. Поисковая система Федерального центра информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru>);
12. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru>).

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

1. Autodesk Inventor Professional 2015 Education;
2. Autodesk AutoCAD Mechanical 2015 Education;
3. Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic;
4. PTC Mathcad 15 Academic Floating.

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 406	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Стол письменный - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест.
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 401	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.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника / Агрегаты электростанций и газоперекачивающих систем / Агрегаты газоперекачивающих станций (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Ст. преподаватель		Долгих А.Ю.

Программа одобрена на заседании Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова (протокол от 26.06.2020 г. №44).

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)