

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.

«26» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 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)		курсовой 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	ПК(У)-1.132	Знает устройство и принцип работы центробежных и поршневых нагнетателей и электродвигателей

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 теплоэлектроцентралей	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	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:

- (<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 2019 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 30.05.2019 г. №29).

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)
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