

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1156442	Камеры сгорания и теплообменные аппараты газотурбинных установок

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели	Код ОП 1. 13.04.03/33.01
Направление подготовки 1. Энергетическое машиностроение	Код направления и уровня подготовки 1. 13.04.03

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Горюнова Ирина Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	турбин и двигателей

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Камеры сгорания и теплообменные аппараты газотурбинных установок

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль содержит дисциплину, посвященную изучению современных методов путей повышения эффективности, надежности и экологической безопасности теплообменных аппаратов в различных технологических подсистемах газовых турбин на различных этапах их жизненного цикла.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Камеры сгорания и теплообменные аппараты газотурбинных установок	6
ИТОГО по модулю:		6

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Камеры сгорания и теплообменные аппараты газотурбинных установок	ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания	З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и общеинженерных наук З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и общеинженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания

		<p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и общетехнических наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общетехнических наук</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и общетехнических наук</p> <p>Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы</p>
--	--	---

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и заочной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Камеры сгорания и теплообменные
аппараты газотурбинных установок

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Горюнова Ирина Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	турбин и двигателей

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Горюнова Ирина Юрьевна, Доцент, турбин и двигателей

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Раздел 1. Общие положения	
T1	Тема 1. Назначение, классификация ТА, жизненный цикл ТА.	Классификация теплообменных аппаратов (ТА), технологические схемы газотурбинных установок, этапы жизненного цикла ТА.
T2	Тема 2. Принципы организации течения теплоносителей в аппаратах. Параметры, характеризующие тепловую эффективность аппаратов.	Основы процессов, происходящих в ТА: параметры тепловой эффективности. Схемы течения теплоносителей, прямоток, перекрестный ток.
T3	Тема 3. Конструкции ТА	Основные элементы конструкции кожухотрубных аппаратов, компоновка трубных пучков, определение проходных сечений и скоростей теплоносителей.
T4	Тема 4. Виды расчетов ТА	Тепловой, гидравлический, прочностной расчеты.
P2	Раздел 2.	Основы проектирования теплообменных аппаратов
T1	Тема 1. Стадии проектирования. Общие требования к проектированию.	Техзадание, эскизный, технический проект.

T2	Тема 2.Материалы, применяемые при изготовлении ТА.	Свойства материалов, материалы для корпуса, водяных камер, трубок ТА.
T3	Тема 3.Рекомендации по конструированию ТА. Автоматизированное проектирование.	Требования к конструированию обечаек, трубных досок и других элементов; средства и методы автоматизированного проектирования.
P3	Раздел 3.Мониторинг технического состояния и диагностика теплообменных аппаратов	
T1	Тема 1.Параметры состояния ТА	Техническое состояние ТА. Принципиальные положения и определения. Структурно-функциональная схема системы мониторинга состояния. Основные функции и показатели качества ТА. Параметры состояния. Применение экспертных систем.
P4	Раздел 4.Регенераторы ГТУ	
T1	Тема 1.Конструкции регенератора	Общие сведения, назначение, компоновка, увязка регенератора с другим оборудованием ГТУ. Конструктивное оформление регенератора.
T2	Тема 2.Технические характеристики регенераторов	Технические характеристики трубчатых и пластинчатых регенераторов различных производителей.
P5	Раздел 5.Теплообменные аппараты в системе маслоснабжения газовых турбин	
T1	Тема 1.Системы маслоснабжения ГТУ	Турбинные масла и их свойства. Общие сведения о маслоохладителях. Водяные маслоохладители и аппараты воздушного охлаждения масла. Системы включения маслоохладителей.
T2	Тема 2.Технические характеристики и конструкции маслоохладителей	Крепление трубок, системы перегородок, компенсация тепловых удлинений элементов маслоохладителя, организация ходов теплоносителей.
T3	Тема 3.Расчеты ТА	Теплогидравлический расчет маслоохладителей.
P6	Раздел 6.Топливо ГТУ	
T1	Тема 1.Основные характеристики топлива	Состав, теплота сгорания, отношение к нагреванию
T2	Тема 2.Расчет горения топлива	Определение объема воздуха, теоретически необходимого для сжигания топлива. Коэффициент избытка воздуха. Объем продуктов сгорания.
T3	Тема 3.Организация процесса горения топлива	Самовоспламенение. Нормальное горение. Концентрационные пределы зажигания.

P7	Раздел 7.Камеры сгорания ГТУ	
T1	Тема 1.Требования, предъявляемые к камерам сгорания ГТУ	Коэффициент использования топлива, потери давления, характеристики процесса горения, экологические и эксплуатационные требования.
T2	Тема 2.Принципы организации рабочего процесса в камерах сгорания ГТУ	Первичный и вторичный воздух, стабилизация процесса горения. Классификация и конструкции камер сгорания.
T3	Тема 3.Эксплуатация камер сгорания	Колебательные процессы, коррозия деталей и отложение золы при использовании тяжелых жидких топлив. Нагар. Трещинообразование деталей. Материалы камер сгорания.
P8	Раздел 8.Вопросы изготовления, монтажа и пуска в эксплуатацию ТА ГТУ	
T1	Тема 1.Вопросы изготовления, монтажа и пуска в эксплуатацию ТА ГТУ Т	ехнологии изготовления элементов ТА Пусковые испытания.
P9	Раздел 9.Эксплуатация ТА ГТУ	
T1	Тема 1.Эксплуатационное обслуживание теплообменных аппаратов ГТУ	Правила технической эксплуатации. Регенераторы. АВО масла и газа. Загрязнение и очистка ТА.
T2	Тема 2.Отказы теплообменных аппаратов	Характерные неисправности ТА и способы их устранения.
P10	Раздел 10.Техническое обслуживание и ремонт ТА	
T1	Тема 1.Техническое обслуживание и ремонт ТА	Основные понятия и определения. Классификация видов ремонтов. Основные этапы ремонта. Типовые работы при ремонте ТА ГТУ. Особенности ремонта различных ТА ГТУ.
P11	Раздел 11.Перспективные разработки по совершенствованию ТА ГТУ	
T1	Тема 1.Перспективные разработки по совершенствованию ТА ГТУ	Эффективность и надежность работы серийных ТА в условиях эксплуатации. Перспективные конструкции ТА ГТУ. Повышение вибрационной надежности. Перспективные поверхности теплообмена. Комплексное обоснование мероприятий по совершенствованию ТА ГТУ.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Камеры сгорания и теплообменные аппараты газотурбинных установок

Электронные ресурсы (издания)

1. Берман, С. С.; Теплообменные аппараты и конденсационные устройства турбоустановок; Гос. науч.-техн. изд-во машиностроит. лит., Москва; 1959; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222546> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Аронсон, К. Э., Блинков, С. Н., Брезгин, В. И., Бродов, Ю. М., Купцов, В. К.; Теплообменники энергетических установок : Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям 552700, 651200 - "Энергомашиностроение" и специальности 101400 - "Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели".; Сократ, Екатеринбург; 2003 (19 экз.)
2. Елизаров, Д. П.; Теплоэнергетические установки электростанций : Учебник для втузов по специальности "Парогенераторостроение, турбиностроение".; Энергоиздат, Москва; 1982 (16 экз.)
3. , Стерман, Тевлин, С. А., Шарков, А. Т.; Тепловые и атомные электростанции : Учебник для вузов по спец. "Технология воды и топлива на тепловых электростанциях", "Автоматизация теплоэнерг. процессов".; Энергоиздат, Москва; 1982 (10 экз.)
4. Маргулова, Т. Х.; Атомные электрические станции : Учебник для вузов.; ИздАТ, Москва; 1994 (6 экз.)
5. Соколов, Е. Я.; Теплофикация и тепловые сети : Учебник для студентов вузов, обучающихся по напр. "Теплоэнергетика".; Издательство МЭИ, Москва; 2001 (76 экз.)
6. Рыжкин, В. Я., Гиршфельд, В. Я.; Тепловые электрические станции : учеб. для вузов по специальности "Тепловые электр. станции".; Энергоатомиздат, Москва; 1987 (82 экз.)
7. Проскуряков, Г. В.; Приводные ГТУ и конвертированные ГТД для транспорта газа : Учеб. пособие.; УГТУ, Екатеринбург; 1999 (66 экз.)
8. Ревзин, Резвин, Б. С.; Газотурбинные установки с нагнетателями для транспорта газа : Справ. пособие.; Недра, Москва; 1991 (26 экз.)
9. , Арсеньев, Л. В., Тырышкин, В. Г.; Стационарные газотурбинные установки : Справочник.; Машиностроение, Ленинград; 1989 (28 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Официальный интернет-сайт Уральского федерального университета: <http://www.ustu.ru>
2. Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Камеры сгорания и теплообменные аппараты газотурбинных установок

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>ANSYS Academic Teaching Mechanical and CFD (25 tasks)</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>WaterSteamPro 6.5</p> <p>Браузер Google Chrome – свободное ПО;</p> <p>Adobe Reader XI – свободное ПО</p>
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>WaterSteamPro 6.5</p>

		<p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Браузер Google Chrome – свободное ПО;</p> <p>Adobe Reader XI – свободное ПО</p>
3	Курсовая работа/ курсовой проект	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>WaterSteamPro 6.5</p> <p>Браузер Google Chrome – свободное ПО;</p> <p>Adobe Reader XI – свободное ПО</p>
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	Не требуется

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется