

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
1156452	Теплообменные аппараты паротурбинных 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	Аронсон Константин Эрленович	доктор технических наук, профессор	Профессор	турбин и двигателей

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Теплообменные аппараты паротурбинных 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 паровых 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	Теплообменные аппараты паротурбинных установок	6
ИТОГО по модулю:		6

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Эксплуатация паротурбинных установок 2. Моделирование и исследование рабочих процессов в турбоустановках

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
Теплообменные аппараты паротурбинных установок	ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи,	3-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и общетехнических наук 3-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и общетехнических наук, применимых для

	<p>применяя фундаментальные знания</p>	<p>формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <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>
	<p>ПК-3 - Способен применить Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением - планировать мероприятия, организовать выполнение плана, контролировать выполнение плана при вводе в эксплуатацию, эксплуатации, реконструкции, капитальном ремонте, техническом перевооружении, консервации и ликвидации объекта на ТЭС, ТЭЦ, АЭС</p>	<p>З-1 - Положения и требования законодательства Российской Федерации в области промышленной безопасности опасных производственных объектов</p> <p>З-2 - Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением</p> <p>З-7 - Показатели или технико-экономические характеристики теплообменных аппаратах ПТУ, работающих под избыточным давлением</p> <p>З-8 - Требования к режимам «нормальной» эксплуатации и условия их выполнения для теплообменных аппаратов ПТУ работающих под избыточным давлением</p> <p>З-9 - Методы определения технического состояния и правила обслуживания теплообменных аппаратов ПТУ, работающих под избыточным давлением</p> <p>З-10 - Характерные неисправности и аварийные ситуации, причины их возникновения и способы ликвидации для теплообменных аппаратов ПТУ, работающих под избыточным давлением</p>

		<p>З-11 - Привести примеры негативного влияния конфликтных ситуаций на качество трудовой жизни коллектива</p> <p>У-1 - Оценивать риски и определять меры по обеспечению промышленной безопасности при выполнении работ и ведении технологических процессов</p> <p>У-6 - Организовывать безопасную работу и осуществлять контроль работы теплотехнического оборудования ТЭС, ТЭЦ, АЭС, работающее под избыточным давлением</p> <p>У-7 - Анализировать и выявлять причины аварий и инцидентов для теплообменных аппаратов ПТУ, работающих под избыточным давлением</p> <p>У-8 - Предпринимать действия по предупреждению или устранению неисправностей, аварийных ситуаций теплообменных аппаратах ПТУ, работающих под избыточным давлением</p> <p>У-9 - Анализировать причины отклонения эксплуатационных параметров теплообменных аппаратов ПТУ, работающих под избыточным давлением</p> <p>У-10 - Анализировать информацию, получаемую с объектов ПТУ и принимать на её основе обоснованные технические решения для теплообменных аппаратов ПТУ, работающих под избыточным давлением</p> <p>У-11 - Организовывать безопасную работу и осуществлять контроль работы для теплообменных аппаратов ПТУ, работающих под избыточным давлением</p> <p>У-12 - Оценивать последствия конфликтных ситуаций и выбирать эффективные способы предотвращения и разрешения трудовых конфликтов</p> <p>П-7 - Первичный опыт подготовки отчетов, докладов, аналитических справок по вопросам обеспечения промышленной безопасности теплообменных аппаратов</p>
--	--	--

		ПТУ, работающих под избыточным давлением П-8 - Предлагать способы эффективного поведения в разнообразных ситуациях трудовых конфликтов
--	--	---

1.5. Форма обучения

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теплообменные аппараты паротурбинных
установок

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Аронсон Константин Эрленович	доктор технических наук, профессор	Профессор	турбин и двигателей

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Аронсон Константин Эрленович, Профессор, 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	
P1,T1	Тема 1. Назначение, классификация ТА, жизненный цикл ТА.	Классификация теплообменных аппаратов, технологические схемы турбоустановок, этапы жизненного цикла ТА
P1,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, прямого, перекрестного течения
P1,T3	Тема 3. Конструкции ТА	Основные элементы конструкции кожухотрубных аппаратов; компоновка трубных пучков; определение проходных сечений и скоростей теплоносителей.
P1,T4	Тема 4. Виды расчетов ТА	Тепловой, гидравлический, прочностной расчеты
P2	Раздел 2. Основы проектирования теплообменных аппаратов	
P2,T1	Тема 1. Стадии проектирования. Общие требования к проектированию.	Техзадание, эскизный, технический, рабочий проект.

P2,T2	Тема 2. Материалы, применяемые при изготовлении ТА.	Свойства материалов, материалы для корпуса, водяных камер, трубок ТА
P2,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	
P3,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. Конденсационные установки паровых турбин	
P4,T1	Тема 1. Конструкции конденсатора Общие сведения. Конструктивное оформление конденсатора. Насосы КУ.	Общие сведения. Конструктивное оформление конденсатора. Насосы КУ.
P4,T2	Тема 2. Расчет конденсатора	Тепловой расчет конденсатора. Методики гидродинамического расчета.
P5	Раздел 5. Теплообменные аппараты в системе регенеративного подогрева питательной воды	
P5,T1	Тема 1. Конструкции подогревателей	Общие сведения. Технические характеристики и типовые конструкции аппаратов.
P5, T2	Тема 2. Расчеты ТА	Тепловой и гидродинамический расчет аппаратов.
P6	Раздел 6. Подогреватели сетевой воды в системе теплоснабжения	
P6,T1	Тема 1. Конструкции подогревателей	Общие сведения. Конструктивное оформление сетевых подогревателей.
P6,T2	Тема 2. Расчеты ТА	Тепловой и гидродинамический расчет аппаратов.
P7	Раздел 7. Теплообменные аппараты в системе маслоснабжения паровых турбин	
P7,T1	Тема 1. Конструкции подогревателей	Общие сведения. Технические характеристики и конструкции аппаратов.
P7,T2	Тема 2. Расчеты ТА	Теплогидравлический расчет маслоохладителей.

Р8	Раздел 8. Вопросы изготовления, монтажа и пуска в эксплуатацию ТА ПТУ	
Р8,Т1	Тема 1. Вопросы изготовления, монтажа и пуска в эксплуатацию ТА ПТУ	Технологии изготовления элементов ТА. Пусковые испытания.
Р9	Раздел 9. Эксплуатация ТА ПТУ	
Р9,Т1	Тема 1. Эксплуатационное обслуживание теплообменных аппаратов ПТУ	Правила технической эксплуатации. Конденсационная установка. Подогреватели СРППВ. Подогреватели сетевой воды. Деаэрационная установка. Маслоохладители. Загрязнение и очистка ТА.
Р9,Т2	Тема 2. Отказы теплообменных аппаратов	Характерные неисправности ТА и способы их устранения.
Р10	Раздел 10. Техническое обслуживание и ремонт ТА	
Р10,Т1	Тема 1. Техническое обслуживание и ремонт ТА	Основные понятия и определения. Классификация видов ремонтов. Основные этапы ремонта. Типовые работы при ремонте ТА ПТУ. Особенности ремонта различных ТА ПТУ.
Р11	Раздел 11. Перспективные разработки по совершенствованию ТА ПТУ	
Р11,Т1	Тема 1. Перспективные разработки по совершенствованию ТА ПТУ	Эффективность и надежность работы серийных ТА в условиях эксплуатации. Перспективные конструкции ТА ПТУ. Повышение вибрационной надежности. Перспективные поверхности теплообмена. Комплексное обоснование мероприятий по совершенствованию ТА ПТУ.

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

Теплообменные аппараты паротурбинных 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. , Бродов, Ю. М.; Теплообменники энергетических установок : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Энергетическое машиностроение" (13.03.03 и 13.04.03), профилю "Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели".; УрФУ, Екатеринбург; 2014 (1 экз.)
2. , Бродов, Ю. М.; Т. 2 : справочник.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2018 (3 экз.)
3. , Бродов, Ю. М.; Повышение эффективности и надежности теплообменных аппаратов паротурбинных установок в условиях эксплуатации : [монография].; УрФУ, Екатеринбург; 2010 (4 экз.)
4. Елизаров, Д. П.; Теплоэнергетические установки электростанций : Учебник для вузов по специальности "Парогенераторостроение, турбиностроение".; Энергоиздат, Москва; 1982 (16 экз.)
5. Соколов, Е. Я.; Теплофикация и тепловые сети : Учебник для студентов вузов, обучающихся по напр. "Теплоэнергетика".; Издательство МЭИ, Москва; 2001 (76 экз.)
6. Капелович, Б. Э.; Эксплуатация паротурбинных установок; Энергоатомиздат, Москва; 1985 (14 экз.)
7. Рыжкин, В. Я., Гиршфельд, В. Я.; Тепловые электрические станции : учеб. для вузов по специальности "Тепловые электр. станции".; Энергоатомиздат, Москва; 1987 (82 экз.)
8. , Ермолов, В. Ф., Сухоруков, Ю. Г., Модин, В. Ф., Трофимова, О. Б., Кондратьева, М. И.; Смешивающие подогреватели в системах регенерации турбоустановок ТЭС и АЭС. ; 2002 (0 экз.)
9. ; Эжекторы конденсационных установок паровых турбин : учебное пособие для студентов [вузов], обучающихся по направлению подготовки 141100 "Энергетическое машиностроение".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2015 (5 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

Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теплообменные аппараты паротурбинных установок

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность 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>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>ANSYS Academic Teaching Mechanical and CFD (25 tasks)</p> <p>Компас - 3D, версия 15</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>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>ANSYS Academic Teaching Mechanical and CFD (25 tasks)</p> <p>Компас - 3D, версия 15</p>
3	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>ANSYS Academic Teaching Mechanical and CFD (25 tasks)</p> <p>Компас - 3D, версия 15</p>

4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
5	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>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc</p> <p>ANSYS Academic Teaching Mechanical and CFD (25 tasks)</p> <p>Компас - 3D, версия 15</p>
6	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется