

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Теплоснабжение и теплотехническое оборудование

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

Рабочая программа дисциплины
НАГНЕТАТЕЛИ И ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.01.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	8 семестр - 8 часов;
Практические занятия	8 семестр - 4 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	8 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	8 семестр - 128,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	8 семестр - 1,2 часа;
включая: Контрольная работа Тестирование	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	8 семестр - 0,3 часа;

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Федюхин А.В.
	Идентификатор	Rc1c8a01a-FediukhinAV-59cb47d9

А.В. Федюхин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хомченко Н.В.
	Идентификатор	Rpd1b9495-KhomchenkoNV-644530

Н.В. Хомченко

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гаряев А.Б.
	Идентификатор	R75984319-GariayevAB-a6831ea7

А.Б. Гаряев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Ознакомление с теоретическими основами и принципами действия насосов, вентиляторов, компрессоров, паровых и газовых турбин, газопоршневых установок, используемых в энергетическом хозяйстве промышленных предприятий, конструктивным оформлением этих машин, методами их расчета и конструирования, характерными режимами и технико-экономическими показателями их работы..

Задачи дисциплины

- Получить представление об использовании нагнетателей и тепловых двигателей в различных отраслях народного хозяйства, включая и тепловые электростанции.;
- Освоить методы расчета основных характеристик нагнетательных и расширительных машин, позволяющие производить коррекцию характеристик при изменении типоразмеров, условий эксплуатации и т.д.;
- Освоить методы подбора нагнетательных и расширительных машин, исходя из заданных условий эксплуатации.;
- Изучить конструктивные особенности нагнетательных и расширительных машин на примере насосов, вентиляторов, компрессоров, паровых турбин, газотурбинных и газопоршневых установок.;
- Изучить назначение и работу систем регулирования, защиты, маслоснабжения нагнетательных и расширительных машин..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники	ИД-2 _{ПК-1} Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники	знать: - методические, нормативные и руководящие материалы по безопасности эксплуатации электроустановок; - сущность явлений, происходящих в материалах при их обработке и в условиях эксплуатации изделий. уметь: - оценивать и прогнозировать состояние материалов и причины отказов деталей при воздействии на них различных эксплуатационных факторов.
ПК-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники	ИД-4 _{ПК-1} Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники	знать: - строение и свойства материалов. уметь: - выполнять расчеты и выбирать защитные средства при проведении электротехнических работ; - организовывать безопасное проведение работ и вести надзор за ними.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Теплоснабжение и теплотехническое оборудование (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Насосы и насосные установки	27.7	8	2.0	-	0.5	-	2	-	1.2	-	22	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Насосы и насосные установки" <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Насосы и насосные установки", изучение структуры решения типовых задач. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 2-45 [2], 25-40
1.1	Классификация нагнетателей и тепловых двигателей	10.6		1	-	-	-	1	-	0.6	-	8	-	
1.2	Конструкция и принцип работы центробежного насоса	10.1		0.5	-	-	-	1	-	0.6	-	8	-	
1.3	Совместная работа насоса и сети	7.0		0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	6	-	
2	Вентиляторы и компрессоры	36.5		2.5	-	2.0	-	-	-	-	-	32	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Вентиляторы и компрессоры" <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Вентиляторы и компрессоры", изучение структуры решения типовых задач. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 46-89 [2], 5-24, 41-56
2.1	Вентиляторы	9.0		0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	8	-	
2.2	Компрессоры динамического действия	7.0		0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	6	-	
2.3	Компрессоры объёмного действия	7.0		0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	6	-	
2.4	Газодинамические характеристики компрессоров динамического действия	7.0		0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	6	-	
2.5	Регулируемые гидромуфты	6.5		0.5	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
3	Газотурбинные и	29.0		2.0	-	1.0	-	-	-	-	-	26	-	<u>Самостоятельное изучение</u>

	газопоршневые установки												<u>теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Газотурбинные и газопоршневые установки"
3.1	Газотурбинные установки (ГТУ)	9.0	0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	8	-	
3.2	Теплофикационные ГТУ	6.5	0.5	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Газотурбинные и газопоршневые установки", изучение структуры решения типовых задач.
3.3	Парогазовые установки (ПГУ)	6.5	0.5	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 112-167 [2], 57-85
3.4	Газопоршневые установки (ГПУ)	7.0	0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	6	-	
4	Паротурбинные установки	14.8	1.5	-	0.5	-	-	-	-	-	12.8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Паротурбинные установки"
4.1	Паровые турбины (ПТ)	8.3	1	-	0.5	-	-	-	-	-	6.8	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Паротурбинные установки", изучение структуры решения типовых задач.
4.2	Влияние параметров пара на КПД идеального цикла	6.5	0.5	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 170-198 [2], 86-127
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	35.7	
	Всего за семестр	144.0	8.0	-	4.0	-	2	-	1.2	0.3	92.8	35.7	
	Итого за семестр	144.0	8.0	-	4.0	2	1.2	0.3	128.5				

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Насосы и насосные установки

1.1. Классификация нагнетателей и тепловых двигателей

Нагнетатели, их назначение и области применения. Классификация. Основные типы..
Расширительные машины, их назначение и области применения. Классификация. Основные типы.

1.2. Конструкция и принцип работы центробежного насоса

Основы гидродинамики нагнетателей. Уравнение неразрывности и уравнение Бернулли.
Конструкция центробежного насоса.

1.3. Совместная работа насоса и сети

Совместная работа насосов и сети при параллельном подключении насосов. Совместная работа насосов и сети при последовательном подключении насосов.

2. Вентиляторы и компрессоры

2.1. Вентиляторы

Типы вентиляторов. Треугольники скоростей в рабочем колесе.

2.2. Компрессоры динамического действия

Конструкция и принцип действия центробежного компрессора (ЦБК). Вывод уравнения Эйлера для (лопастных машин) турбомашин. Расчет мощности на валу компрессора. Конструкция и принцип действия осевого компрессора (ОК). Конструкция и принцип действия винтового компрессора (ВК).

2.3. Компрессоры объёмного действия

Конструкция и принцип действия поршневого компрессора.

2.4. Газодинамические характеристики компрессоров динамического действия

Теоретическая и действительная газодинамические характеристики турбокомпрессора (ТК). Совместная работа ТК и сети. Явление помпажа. Примеры газодинамических характеристик ТК.

2.5. Регулируемые гидромуфты

Конструкция и принцип действия гидромуфты. Расчет параметров гидромуфты. Подбор гидромуфты.

3. Газотурбинные и газопоршневые установки

3.1. Газотурбинные установки (ГТУ)

Принципиальная схема ГТУ и термодинамический цикл ГТУ. Работа компрессора и турбины ГТУ. Энергетический баланс ГТУ. Газодинамическая характеристика ГТУ. Режимные характеристики одновальной ГТУ. Двухвальные ГТУ.

3.2. Теплофикационные ГТУ

Принципиальная схема теплофикационной ГТУ. Определение расхода газа на выработку электроэнергии ГТУ с открытым циклом. Определение расхода газа на выработку электроэнергии в теплофикационной ГТУ.

3.3. Парогазовые установки (ПГУ)

Конденсационные парогазовые установки ПГУ-К. Теплофикационные парогазовые установки ПГУ-Т.

3.4. Газопоршневые установки (ГПУ)

Циклы газопоршневых установок. Энергетический баланс газопоршневой установки.

4. Паротурбинные установки

4.1. Паровые турбины (ПТ)

Классификация паровых турбин. Принципиальные тепловые схемы паротурбинных установок.

4.2. Влияние параметров пара на КПД идеального цикла

Влияние давления свежего пара. Влияние температуры пара. Влияние конечного давления. Конструкции паровых турбин.

3.3. Темы практических занятий

1. Насосы и насосные установки;
2. Вентиляторы;
3. Турбокомпрессоры;
4. Поршневые компрессоры;
5. Рабочий процесс в сопле паровой турбины;
6. Рабочий процесс в рабочем колесе паровой турбины;
7. Циклы паротурбинных установок;
8. Циклы газотурбинных и газопоршневых установок.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Насосы и насосные установки"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Вентиляторы и компрессоры"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Газотурбинные и газопоршневые установки"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Паротурбинные установки"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
сущность явлений, происходящих в материалах при их обработке и в условиях эксплуатации изделий	ИД-2ПК-1				+	Тестирование/Паротурбинные установки
методические, нормативные и руководящие материалы по безопасности эксплуатации электроустановок	ИД-2ПК-1			+		Тестирование/Газотурбинные и газопоршневые установки
строение и свойства материалов	ИД-4ПК-1	+				Контрольная работа/Вентиляторы и компрессоры Контрольная работа/Насосы и насосные установки
Уметь:						
оценивать и прогнозировать состояние материалов и причины отказов деталей при воздействии на них различных эксплуатационных факторов	ИД-2ПК-1	+				Контрольная работа/Насосы и насосные установки
организовывать безопасное проведение работ и вести надзор за ними	ИД-4ПК-1		+			Контрольная работа/Вентиляторы и компрессоры
выполнять расчеты и выбирать защитные средства при проведении электротехнических работ	ИД-4ПК-1		+			Контрольная работа/Вентиляторы и компрессоры

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

8 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Вентиляторы и компрессоры (Контрольная работа)
2. Насосы и насосные установки (Контрольная работа)
3. Паротурбинные установки (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Газотурбинные и газопоршневые установки (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №8)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Ляшков, В. И. Нагнетатели, тепловые двигатели и термотрансформаторы в системах энергообеспечения предприятий : учебное пособие для вузов по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / В. И. Ляшков. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 218 с. – (Высшее образование. Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-012314-1.;
2. Кондратьев Н. В., Виниченко В. С., Приходченко А. В., Лупенцов В. В.- "Нагнетатели и тепловые двигатели", Издательство: "ОмГТУ", Омск, 2023 - (142 с.)
<https://e.lanbook.com/book/421490>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>

4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
8. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-200б, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Нагнетатели и тепловые двигатели

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Насосы и насосные установки (Контрольная работа)

КМ-2 Вентиляторы и компрессоры (Контрольная работа)

КМ-3 Газотурбинные и газопоршневые установки (Тестирование)

КМ-4 Паротурбинные установки (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	11	14
1	Насосы и насосные установки					
1.1	Классификация нагнетателей и тепловых двигателей		+	+		
1.2	Конструкция и принцип работы центробежного насоса		+			
1.3	Совместная работа насоса и сети		+			
2	Вентиляторы и компрессоры					
2.1	Вентиляторы			+		
2.2	Компрессоры динамического действия			+		
2.3	Компрессоры объёмного действия			+		
2.4	Газодинамические характеристики компрессоров динамического действия			+		
2.5	Регулируемые гидромуфты			+		
3	Газотурбинные и газопоршневые установки					
3.1	Газотурбинные установки (ГТУ)				+	
3.2	Теплофикационные ГТУ				+	
3.3	Парогазовые установки (ПГУ)				+	
3.4	Газопоршневые установки (ГПУ)				+	

4	Паротурбинные установки				
4.1	Паровые турбины (ПТ)				+
4.2	Влияние параметров пара на КПД идеального цикла				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25