

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: Теплоэнергетика и теплотехника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

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.01.16
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	7 семестр - 32 часа;
Практические занятия	7 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	7 семестр - 16 часов;
Консультации	7 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	7 семестр - 77,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Интервью	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	7 семестр - 0,50 часа;

Москва 2019

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

А.В. Федюхин

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

(подпись)

А.Н. Рогалев

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

(подпись)

А.Н. Рогалев

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Целью освоения дисциплины является изучение видов, типовых характеристик, конструкции и режимов работы тепловых двигателей и нагнетателей.

Задачи дисциплины

- Изучение конструкции различных типов нагнетателей, тепловых двигателей и их технических характеристик.;
- Освоение методик расчета параметров нагнетателей и тепловых двигателе.;
- Приобретение навыков принятия и обоснования конкретных технических решений при проектировании и эксплуатации нагнетателей и тепловых двигателей..

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 проектно-конструкторской деятельности в сфере теплоэнергетики и теплотехники	ИД-3ПК-1 Знает устройство, принцип работы и принимает обоснованные технические решения при разработке схем и/или конструкций энергетического оборудования	знать: - Основные источники научно-технической информации по нагнетателям и тепловым двигателям.; - Характеристики основных типов нагнетателей и тепловых двигателей.; - Особенности эксплуатации нагнетателей и тепловых двигателей..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основы термо- и газодинамики.
- уметь Выполнять расчеты в программных пакетах MS Excel и MathCad.

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	Тепловые двигатели	52	7	14	7	7	-	-	-	-	-	24	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Тепловые двигатели"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Тепловые двигатели" материалу.</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Тепловые двигатели и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Тепловые двигатели" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Тепловые двигатели"</p> <p><u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Тепловые двигатели". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по</p>
1.1	Тепловые схемы и термодинамические циклы паротурбинных установок (ПТУ). Энергетические показатели ПТУ.	8		2	1	1	-	-	-	-	-	4	-	
1.2	Основные типы паровых турбин. Особенности конструкции узлов ПТУ: рабочее колесо, сопловой аппарат, парораспределительные клапаны и диафрагмы, регенеративные подогреватели и конденсаторы.	8		2	1	1	-	-	-	-	-	4	-	
1.3	Спецификации для выбора энергетических и приводных ПТУ. Расчёт энергетических и технико-экономических показателей ПТУ с помощью ЭВМ.	8		2	1	1	-	-	-	-	-	4	-	

1.4	Тепловые схемы и термодинамические циклы газотурбинных (ГТУ) и парогазовых установок (ПГУ). Энергетические показатели ГТУ и ПГУ.	8		2	1	1	-	-	-	-	-	4	-	варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: 1) Газотурбинная установка выполнена с независимой силовой турбиной. Определить работу ЧВД газовой турбины, соединенной с компрессором, и ЧНД. КПД $\eta_t = 0,9$, $\eta_k = 0,85$, удельные теплоемкости $c_{p,возд} = 1 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$, $c_{p,газ} = 1,2 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$, показатели политропы $k_v = 1,4$, $k_g = 1,3$, степень повышения давления $\epsilon = 12$, параметры $P_1 = P_4'' = 0,1 \text{ МПа}$, $T_1 = 283 \text{ К}$, $T_3 = 1150 \text{ К}$. 2) Определить массовый расход газа через газовую турбину ГТУ мощностью $N = 45 \text{ МВт}$ и количество теплоты, подводимое к камере сгорания. Показатели политропы $k_v = 1,35$, $k_g = 1,2$, удельные теплоемкости $c_{p,возд} = 1 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$, $c_{p,газ} = 1,4 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$, КПД $\eta_k = \eta_t = 0,9$, степень сжатия/расширения ГТУ $\epsilon = 10$, $T_1 = 288 \text{ К}$, $T_3 = 1200 \text{ К}$. 3) Для идеального цикла двигателя внутреннего сгорания с изохорным подводом теплоты определить параметры рабочего тела в характерных точках цикла, количество подведенной и отведенной теплоты, полученную работу и термический КПД, если начальные параметры рабочего тела $P_1 = 0,1 \text{ МПа}$, $t_1 = 17 \text{ }^\circ\text{C}$, степень сжатия $\lambda = 4,0$ и степень повышения давления $\lambda = 3,5$ рабочее тело – воздух. $R = 287,3 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$, $c_p = 1,01 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$, $c_v = 0,72 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$. 4) Для идеального цикла двигателя внутреннего сгорания с изобарным подводом теплоты определить параметры рабочего тела в характерных точках цикла, количество подведенной и отведенной теплоты, полученную работу и термический КПД, если начальные параметры рабочего тела $P_1 = 0,16 \text{ МПа}$, $t_1 = 27 \text{ }^\circ\text{C}$, степень сжатия $\lambda = 13,4$ и степень расширения $\lambda = 1,3$, рабочее тело – воздух.
1.5	Основные типы газовых турбин. Особенности конструкции узлов ГТУ и ПГУ: компрессор, камера сгорания, турбина, котёл-утилизатор.	8		2	1	1	-	-	-	-	-	4	-	
1.6	Подбор энергетических и приводных ГТУ. Расчёт энергетических и технико-экономических показателей ГТУ и ПГУ с помощью ЭВМ.	6		2	1	1	-	-	-	-	-	2	-	
1.7	Тепловые схемы и термодинамические циклы газопоршневых установок (ГПУ). Спецификации для выбора ГПУ. Энергетические показатели ГПУ.	6		2	1	1	-	-	-	-	-	2	-	

													<p>$R=287,3 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$, $c_p=1,01 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$, $c_v = 0,72 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$. 5) Определить фактическую скорость истечения пара из сопла С1, КПД и удельную потерю кинетической энергии пара в сопле ΔH_c, если начальные параметры пара перед соплом $P_0 = 2 \text{ МПа}$, $t_0 = 300 \text{ }^\circ\text{C}$, давление пара за соплом $P_{1t} = 0,1 \text{ МПа}$ и скоростной коэффициент сопла $\varphi = 0,9$ ($C_0 = 0 \text{ м/с}$). 6) Определить степень реактивности и КПД ступени, если давление и температура пара перед ступенью $P_0= 0,5 \text{ МПа}$, $t_0= 200 \text{ }^\circ\text{C}$, давление пара за соплом $P_1= 0,2 \text{ МПа}$, а за ступенью $P_2= 0,1 \text{ МПа}$. Окружная скорость $u = 150 \text{ м/с}$. Углы лопаток $\alpha_1 = 16^\circ$, $\beta_2 = 16^\circ$, $\varphi = 0,95$, $\psi = 0,95$, $C_0 = 0 \text{ м/с}$.</p> <p><u>Подготовка реферата:</u> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты:</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 50-76</p>
2	Нагнетатели	56	18	9	9	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u>
2.1	Основные типы промышленных турбокомпрессоров (ПТК). Особенности конструкции узлов ПТК: рабочее колесо, диафрагма, диффузор и промежуточный охладитель.	9	2	1	2	-	-	-	-	-	4	-	<p>Повторение материала по разделу "Нагнетатели"</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Нагнетатели" материалу.</p>
2.2	Уравнение Эйлера для турбомашин.	9	2	1	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу

	Энергетические показатели ПТК. Заводские характеристики турбокомпрессоров. Пересчёт характеристик ПТК.												Нагнетатели и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Нагнетатели" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Нагнетатели" <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Нагнетатели". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: 1) Определить развиваемый насосом статический напор Нст в закрытой емкости, если известны параметры: плотность жидкости $\rho_j = 1080 \text{ кг/м}^3$, геометрическая высота $z = 3,2 \text{ м}$, потери давления в контуре $\Delta P = 1,6 \text{ бар}$, производительность насоса $Q = 2,2 \text{ м}^3/\text{ч}$, полезная мощность $N_{\text{полезн}} = 4 \text{ кВт}$. 2) Определить мощность электродвигателя для привода питательного насоса для котельной с максимальной производительностью $G = 2,8 \text{ кг/с}$, если известны давление в барабане котла $P_6 = 2,4 \text{ МПа}$, плотность воды $\rho = 958 \text{ кг/м}^3$, сопротивление всасывающего и нагнетательного трубопроводов $\Delta P = 0,15 \text{ МПа}$, коэффициент запаса по паропроизводительности котельной $\beta_1 = 1,2$, коэффициент запаса по напору $\beta_2 = 1,1$ и КПД питательного насоса $\eta = 0,74$. 3) Определить полное давление, создаваемое вентилятором при производительности $Q =$
2.3	Спецификации для выбора ПТК. Способы регулирования ПТК. Расчёт энергетических и технико-экономических показателей ПТК с помощью ЭВМ.	8	2	1	1	-	-	-	-	-	4	-	
2.4	Центробежные насосы. Формы рабочих колес. Коэффициент быстроходности. КПД и мощность центробежных насосов.	6	2	1	1	-	-	-	-	-	2	-	
2.5	Характеристики центробежных насосов. Способы регулирование насосов. Допустимая высота всасывания. Явление кавитации.	6	2	1	1	-	-	-	-	-	2	-	
2.6	Тягодутьевые машины (ТДМ). Основные типы и особенности конструкции центробежных вентиляторов и дымососов. Заводские характеристики ТДМ.	9	4	2	1	-	-	-	-	-	2	-	

	Подбор ТДМ. Регулирование ТДМ. Энергетические характеристики ТДМ.												4,2 м ³ /с, работающим со всасывающей трубой длиной $l_1 = 15$ м, диаметром $d_1 = 600$ мм и нагнетательной трубой длиной $l_2 = 40$ м, диаметром $d_2 = 500$ мм, оканчивающейся диффузором с $d_3 = 0,7$ м (рисунок 1.2.2). Построить профиль изменения давления по длине воздуховода, принимая потери в диффузоре $\Delta P_d = 100$ Па при плотности воздуха $\rho = 1,2$ кг/м ³ , $\lambda = 0,015$. 4) Как изменится мощность вентилятора в котельной, если его установить из положения 1 ($t_1 = 20^\circ\text{C}$, $P_1 = 1300$ Па) в положение 2 $t_2 = 190^\circ\text{C}$ (рисунок 2.3), при производительности $G = 12,5$ кг/с, плотности воздуха в положении 1 равна $\rho_1 = 1,2$ кг/м ³ , КПД $\eta = 0,7$. 5) Определить температуру на нагнетании и потребляемую мощность воздушного центробежного компрессора без промежуточного охлаждения производительностью по условиям всасывания $Q = 5000$ м ³ /мин при $P_1 = 0,1$ МПа, $t_1 = 20^\circ\text{C}$, $P_2 = 0,8$ МПа, показатель политропы $k = 1,4$, адиабатический КПД $\eta_{\text{адиаб}} = 0,8$, теплоемкость $C_p = 1$ кДж/(кг·К), газовая постоянная для воздуха $R = 287$ Дж/(кг·К). 6) Определить удельную работу ступеней 2-ух ступенчатого воздушного компрессора с промежуточным охлаждением. Температура на всасе ступени низкого давления $T_{вс1} = 283$ К, ступени высокого давления $T_{вс2} = 303$ К. Степень повышения давления компрессора $\varepsilon = 14$, показатель политропы $k = 1,4$, КПД каждой ступени $\eta = 0,85$, газовая постоянная для воздуха $R = 287$ Дж/(кг·К). Как изменится работа при отсутствии промежуточного охлаждения?
2.7	Регулируемые приводы центробежных нагнетателей: гидромуфты и ЧРП. Особенности конструкции и энергетические характеристики гидромуфт. Сравнительная эффективность гидромуфт и ЧРП.	9	4	2	1	-	-	-	-	-	2	-	<p>4,2 м³/с, работающим со всасывающей трубой длиной $l_1 = 15$ м, диаметром $d_1 = 600$ мм и нагнетательной трубой длиной $l_2 = 40$ м, диаметром $d_2 = 500$ мм, оканчивающейся диффузором с $d_3 = 0,7$ м (рисунок 1.2.2). Построить профиль изменения давления по длине воздуховода, принимая потери в диффузоре $\Delta P_d = 100$ Па при плотности воздуха $\rho = 1,2$ кг/м³, $\lambda = 0,015$. 4) Как изменится мощность вентилятора в котельной, если его установить из положения 1 ($t_1 = 20^\circ\text{C}$, $P_1 = 1300$ Па) в положение 2 $t_2 = 190^\circ\text{C}$ (рисунок 2.3), при производительности $G = 12,5$ кг/с, плотности воздуха в положении 1 равна $\rho_1 = 1,2$ кг/м³, КПД $\eta = 0,7$. 5) Определить температуру на нагнетании и потребляемую мощность воздушного центробежного компрессора без промежуточного охлаждения производительностью по условиям всасывания $Q = 5000$ м³/мин при $P_1 = 0,1$ МПа, $t_1 = 20^\circ\text{C}$, $P_2 = 0,8$ МПа, показатель политропы $k = 1,4$, адиабатический КПД $\eta_{\text{адиаб}} = 0,8$, теплоемкость $C_p = 1$ кДж/(кг·К), газовая постоянная для воздуха $R = 287$ Дж/(кг·К). 6) Определить удельную работу ступеней 2-ух ступенчатого воздушного компрессора с промежуточным охлаждением. Температура на всасе ступени низкого давления $T_{вс1} = 283$ К, ступени высокого давления $T_{вс2} = 303$ К. Степень повышения давления компрессора $\varepsilon = 14$, показатель политропы $k = 1,4$, КПД каждой ступени $\eta = 0,85$, газовая постоянная для воздуха $R = 287$ Дж/(кг·К). Как изменится работа при отсутствии промежуточного охлаждения?</p> <p><u>Подготовка реферата:</u> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по</p>

													выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 8-50 [3], 4-24 [4], 4-19
	Экзамен	36.00	-	-	-	-	2	-	-	0.50	-	33.5	
	Всего за семестр	144.00	32	16	16	-	2	-	-	0.50	44	33.5	
	Итого за семестр	144.00	32	16	16		2	-		0.50		77.5	

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. Тепловые двигатели

1.1. Тепловые схемы и термодинамические циклы паротурбинных установок (ПТУ). Энергетические показатели ПТУ.

1.2. Основные типы паровых турбин. Особенности конструкции узлов ПТУ: рабочее колесо, сопловой аппарат, парораспределительные клапаны и диафрагмы, регенеративные подогреватели и конденсаторы.

1.3. Спецификации для выбора энергетических и приводных ПТУ. Расчёт энергетических и технико-экономических показателей ПТУ с помощью ЭВМ.

1.4. Тепловые схемы и термодинамические циклы газотурбинных (ГТУ) и парогазовых установок (ПГУ). Энергетические показатели ГТУ и ПГУ.

1.5. Основные типы газовых турбин. Особенности конструкции узлов ГТУ и ПГУ: компрессор, камера сгорания, турбина, котёл-утилизатор.

1.6. Подбор энергетических и приводных ГТУ. Расчёт энергетических и технико-экономических показателей ГТУ и ПГУ с помощью ЭВМ.

1.7. Тепловые схемы и термодинамические циклы газо-поршневых установок (ГПУ). Спецификации для выбора ГПУ. Энергетические показатели ГПУ.

2. Нагнетатели

2.1. Основные типы промышленных турбокомпрессоров (ПТК). Особенности конструкции узлов ПТК: рабочее колесо, диафрагма, диффузор и промежуточный охладитель.

2.2. Уравнение Эйлера для турбомашин. Энергетические показатели ПТК. Заводские характеристики турбокомпрессоров. Пересчёт характеристик ПТК.

2.3. Спецификации для выбора ПТК. Способы регулирования ПТК. Расчёт энергетических и технико-экономических показателей ПТК с помощью ЭВМ.

2.4. Центробежные насосы. Формы рабочих колес. Коэффициент быстроходности. КПД и мощность центробежных насосов.

2.5. Характеристики центробежных насосов. Способы регулирования насосов. Допустимая высота всасывания. Явление кавитации.

2.6. Тягодутьевые машины (ТДМ). Основные типы и особенности конструкции центробежных вентиляторов и дымососов. Заводские характеристики ТДМ. Подбор ТДМ. Регулирование ТДМ. Энергетические характеристики ТДМ.

2.7. Регулируемые приводы центробежных нагнетателей: гидромуфты и ЧРП. Особенности конструкции и энергетические характеристики гидромуфт. Сравнительная эффективность гидромуфт и ЧРП.

3.3. Темы практических занятий

1. Циклы паротурбинных и газотурбинных установок;
2. Рабочий процесс в соплах турбин;
3. Рабочий процесс в турбинной ступени;
4. Турбокомпрессоры;
5. Поршневые компрессоры;
6. Вентиляторы;
7. Насосы и насосные установки.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Параллельная работа центробежных насосов;
2. Испытания центробежных насосов при индивидуальном и последовательном включении;
3. Параллельная работа центробежных вентиляторов;
4. Характеристики центробежных вентиляторов при индивидуальной и последовательной работе;
5. Характеристика водо-воздушного эжектора.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Тепловые двигатели"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Нагнетатели"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Тепловые двигатели"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Нагнетатели"

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	
Знать:				
Особенности эксплуатации нагнетателей и тепловых двигателей.	ИД-3ПК-1	+	+	Контрольная работа/Изучение технических характеристик насосного оборудования
Характеристики основных типов нагнетателей и тепловых двигателей.	ИД-3ПК-1	+		Контрольная работа/Расчет параметров и характеристик тепловых двигателей
Основные источники научно-технической информации по нагнетателям и тепловым двигателям.	ИД-3ПК-1		+	Интервью/Защита лабораторных работ по теме "Насосы, вентиляторы, эжекторы" Контрольная работа/Расчет режимов работы вентиляторов и компрессоров

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Изучение технических характеристик насосного оборудования (Контрольная работа)
2. Расчет параметров и характеристик тепловых двигателей (Контрольная работа)
3. Расчет режимов работы вентиляторов и компрессоров (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ по теме "Насосы, вентиляторы, эжекторы" (Интервью)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Нагнетатели и тепловые двигатели : сборник задач по курсам "Нагнетатели и тепловые двигатели", "Основы трансформации тепла и процессов охлаждения", "Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии", "Технологические энергоносители и энергосистемы предприятий" по направлению "Теплоэнергетика" / А. В. Федюхин, Н. В. Калинин, В. И. Ситас, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 84 с. - ISBN 978-5-7046-2126-3 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10764;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10764)

2. Нагнетатели и тепловые двигатели : учебное пособие по курсам "Нагнетатели и тепловые двигатели", "Основы трансформации тепла и процессов охлаждения", "Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии", "Технологические энергоносители и энергосистемы предприятий" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / Н. В. Калинин, В. И. Субботин, В. И. Ситас, А. В. Федюхин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 216 с. - ISBN 978-5-7046-2021-1 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10391;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10391)

3. Леонов В. П.- "Расчет центробежного нагнетателя", Издательство: "МГТУ им. Н.Э. Баумана", Москва, 2018 - (29 с.)

[https://e.lanbook.com/book/172784;](https://e.lanbook.com/book/172784)

4. Леонов В. П.- "Расчет и проектирование осевого нагнетателя", Издательство: "МГТУ им. Н.Э. Баумана", Москва, 2019 - (17 с.)
<https://e.lanbook.com/book/172752>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Python.

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

1. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
2. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
3. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Г-417, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	С-103/1, Учебная лаборатория "Нагнетатели и тепловые двигатели"	стеллаж, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, лабораторный стенд, оборудование учебное, компьютер персональный, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	В-202а/1, Кабинет сотрудников каф. "ПТС"	кресло рабочее, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, стол для совещаний, компьютер персональный, принтер, холодильник, кондиционер

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Нагнетатели и тепловые двигатели

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Изучение технических характеристик насосного оборудования (Контрольная работа)
- КМ-2 Расчет режимов работы вентиляторов и компрессоров (Контрольная работа)
- КМ-3 Расчет параметров и характеристик тепловых двигателей (Контрольная работа)
- КМ-4 Защита лабораторных работ по теме "Насосы, вентиляторы, эжекторы" (Интервью)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	10	14
1	Тепловые двигатели					
1.1	Тепловые схемы и термодинамические циклы паротурбинных установок (ПТУ). Энергетические показатели ПТУ.				+	
1.2	Основные типы паровых турбин. Особенности конструкции узлов ПТУ: рабочее колесо, сопловой аппарат, парораспределительные клапаны и диафрагмы, регенеративные подогреватели и конденсаторы.				+	
1.3	Спецификации для выбора энергетических и приводных ПТУ. Расчёт энергетических и технико-экономических показателей ПТУ с помощью ЭВМ.				+	
1.4	Тепловые схемы и термодинамические циклы газотурбинных (ГТУ). и парогазовых установок (ПГУ). Энергетические показатели ГТУ и ПГУ.				+	
1.5	Основные типы газовых турбин. Особенности конструкции узлов ГТУ и ПГУ: компрессор, камера сгорания, турбина, котёл-утилизатор.				+	
1.6	Подбор энергетических и приводных ГТУ. Расчёт энергетических и технико-экономических показателей ГТУ и ПГУ с помощью ЭВМ.				+	
1.7	Тепловые схемы и термодинамические циклы газопоршневых установок (ГПУ). Спецификации для выбора ГПУ. Энергетические показатели ГПУ.		+			
2	Нагнетатели					
2.1	Основные типы промышленных турбокомпрессоров (ПТК). Особенности конструкции узлов ПТК: рабочее колесо, диафрагма, диффузор и промежуточный охладитель.		+			

2.2	Уравнение Эйлера для турбомашин. Энергетические показатели ПТК. Заводские характеристики турбокомпрессоров. Пересчёт характеристик ПТК.	+			
2.3	Спецификации для выбора ПТК. Способы регулирования ПТК. Расчёт энергетических и технико-экономических показателей ПТК с помощью ЭВМ.	+			
2.4	Центробежные насосы. Формы рабочих колес. Коэффициент быстроходности. КПД и мощность центробежных насосов.		+		+
2.5	Характеристики центробежных насосов. Способы регулирования насосов. Допустимая высота всасывания. Явление кавитации.		+		+
2.6	Тягодутьевые машины (ТДМ). Основные типы и особенности конструкции центробежных вентиляторов и дымососов. Заводские характеристики ТДМ. Подбор ТДМ. Регулирование ТДМ. Энергетические характеристики ТДМ.		+		+
2.7	Регулируемые приводы центробежных нагнетателей: гидромуфты и ЧРП. Особенности конструкции и энергетические характеристики гидромуфт. Сравнительная эффективность гидромуфт и ЧРП.		+		+
Вес КМ, %:		25	25	25	25