

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Цифровая энергетика»

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор
_____ /Т.Р. Змызгова/
«__» _____ 2024 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

Нагнетатели и тепловые двигатели

образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата
13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность:
Энергообеспечение предприятий

Формы обучения: заочная

Курган 2024

Рабочая программа дисциплины «Нагнетатели и тепловые двигатели» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата Теплоэнергетика и теплотехника (энергообеспечение предприятий), утвержденными:
- для заочной формы обучения «28» июня 2024 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Цифровая энергетика» «06» *сентября* 2024 года, протокол №1.

Рабочую программу составил
доцент

А.В. Ноздричев

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«Цифровая энергетика»

В.И. Мошкин

Специалист по учебно – методической работе
учебно – методического отдела

Г.В. Казанкова

Начальник управления
образовательной деятельности

И.В. Григоренко

1 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 5 зачетных единицы трудоемкости (180 академических часов)

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		7
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:	10	10
Лекции	6	6
Практические занятия	4	4
Самостоятельная работа, всего часов в том числе:	170	170
Подготовка контрольных работ	18	18
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	125	125
Вид промежуточной аттестации	Зачёт, Экзамен	Экзамен
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	180	180

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Нагнетатели и тепловые двигатели» относится к части блока 1, формируемой участниками образовательных отношений, и является обязательной для обучающегося.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных при освоении следующих дисциплин:

- Математика;
- Физика;
- Информатика;
- Иностранный язык;
- Газодинамика;
- Техническая термодинамика.

Знание дисциплины «Нагнетатели и тепловые двигатели» необходимо для решения многочисленных инженерных задач:

- расчет нагнетателей и тепловых двигателей;
- конструирование нагнетателей и тепловых двигателей;
- проектирование нагнетателей и тепловых двигателей;
- эксплуатация и ремонт нагнетателей и тепловых двигателей.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Цель освоения учебной дисциплины «Нагнетатели и тепловые двигатели» заключается в формировании знаний об устройстве, принципе действия, конструкции нагнетателей и тепловых двигателей на различных видах рабочих тел.

Способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

В задачи изучения дисциплины входят

- ознакомление студентов с устройством нагнетателей и тепловых двигателей;
- изучение технологии преобразования энергии сжигаемого топлива в механическую энергию и механической энергии в энергию движения сжимаемых и несжимаемых сред;
- получение навыков использования физико–математического аппарата для теоретического и экспериментального исследования, анализа и моделирования процессов нагнетателей и тепловых двигателей.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием (ПК-5)

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны знать:

- соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;
- способы получения, преобразования, транспорта и использования энергии в теплотехнических установках и системах;

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны уметь:

- осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников и представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;
- учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок;

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны владеть:

- способами проведения измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники.

Индикаторы и дескрипторы части соответствующей компетенции, формируемой в процессе изучения дисциплины «Нагнетатели и тепловые двигатели», оцениваются при помощи оценочных средств.

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели», индикаторы достижения компетенции ПК-5, перечень оценочных средств

№ п/п	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Код планируемого результата обучения	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочных средств
1.	ИД-1 _{ПК-5}	Знать: соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач; - способы получения, преобразования, транспорта и использования энергии в теплотехнических установках и системах;	З (ИД-1 _{ПК-5})	Знает: соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач; - способы получения, преобразования, транспорта и использования энергии в теплотехнических установках и системах;	Банк задач для практических занятий
2.	ИД-2 _{ПК-5}	Уметь: осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников и представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; - учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок;	У (ИД-2 _{ПК-5})	Умеет: осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников и представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; - учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок;	Банк задач для практических занятий
3.	ИД-3 _{ПК-5}	Владеть: способами проведения измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники.	В (ИД-3 _{ПК-5})	Владеет: способами проведения измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники.	Вопросы для сдачи экзамена

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Учебно-тематический план

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
		Лекции	Практич. занятия
		заочная	заочная
1	Общие сведения и основные понятия о нагнетателях	0,4	-
2	Термодинамические основы теории нагнетателей	0,4	-
3	Газодинамические основы теории динамических нагнетателей	0,4	-
4	Характеристики нагнетателей	0,4	-
5	Совместная работа при параллельном и последовательном соединении нагнетателей	0,4	-
6	Вентиляторы	0,4	1
7	Динамические компрессоры	0,5	1
8	Объемные нагнетатели	0,5	-
9	Динамические насосы	0,5	-
10	Циклы тепловых двигателей	0,5	-
11	Паровые турбины	0,5	1
12	Газотурбинные установки	0,5	1
13	Двигатели внутреннего сгорания	0,6	-
	Всего:	6	4

4.2. Содержание лекционных занятий.

Раздел 1. Общие сведения и основные понятия о нагнетателях.

Исторический обзор. Основные типы и классификация. Рабочие параметры. Работа на трубопроводную систему.

Раздел 2. Термодинамические основы теории нагнетателей.

Применение законов термодинамики к описанию законов в нагнетателе. Изображение процессов сжатия в диаграммах состояния. КПД.

Раздел 3. Газодинамические основы теории динамических нагнетателей.

Принцип действия. Основное уравнение, определяющее принцип проектирования и конструирования турбонагнетателей. Уравнение Эйлера. Параметры ступени нагнетателя. Влияние формы лопаток на рабочие параметры. Анализ основных параметров. Циркуляция в межлопаточном канале, потери от трения и утечек. Течение рабочего тела в межлопаточных каналах.

Раздел 4. Характеристики нагнетателей.

Подобие нагнетателей. Коэффициент быстроходности. Рабочие параметры и характеристики. Действительные характеристики при постоянной

частоте вращения. Характеристики при переменной частоте вращения. Безразмерные и универсальные характеристики. Изменение характеристик и регулирование. Сводные графики рабочих зон.

Раздел 5. Совместная работа при параллельном и последовательном соединении нагнетателей.

Параллельное и последовательное соединение. Неустойчивая работа. Помпаж.

Раздел 6. Вентиляторы.

Основные расчетные соотношения и параметры. Центробежные вентиляторы. Осевые вентиляторы. Тягодутьевые устройства тепловых электростанций.

Раздел 7. Динамические компрессоры.

Турбокомпрессоры. Методика расчета центробежного компрессора. Методика расчета осевого компрессора. Характеристики турбокомпрессоров. Конструкция.

Раздел 8. Объемные нагнетатели.

Поршневые насосы и компрессоры. Роторные насосы и компрессоры.

Раздел 9. Динамические насосы.

Центробежные насосы. Кавитация. Конструкция центробежных и осевых насосов. Насосы специальных типов.

Раздел 10. Циклы тепловых двигателей.

Исторический обзор. Теоретические циклы тепловых двигателей. Циклы паросиловых установок. Циклы газотурбинных установок. Циклы поршневых ДВС.

Раздел 11. Паровые турбины.

Активные паровые турбины. Реактивные паровые турбины. Мощность и КПД. Регулирование. Диаграмма режимов. Конденсационные установки. Система маслоснабжения. Классификация и конструктивные особенности.

Раздел 12. Газотурбинные установки.

Реальные циклы газотурбинных установок. Применение газотурбинных установок в энергетике и промышленности.

Раздел 12. Двигатели внутреннего сгорания.

Общие сведения и классификация. Смесеобразование. Технико-экономические показатели и тепловой баланс. Влияние выхлопных газов на окружающую среду.

4.3. Практические занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практического занятия Заочная	Норматив времени, час.
			Заочная
			семестр 7
6	Вентиляторы	Подбор вентилятора	0,5
		Подбор дымососа	0,5

7	Динамические ком-прессоры	Расчет центробежного компрессора	0,5
		Расчет осевого ком-прессора	0,5
Рубежный контроль №1			-
8	Объемные нагнетатели	Расчет и построение цикла поршневого ком-прессора	-
9	Динамические насосы	Подбор насоса	-
11	Паровые турбины	Расчет паровой турбины и построение диаграмм	1
12	Газотурбинные установки	Расчет характеристик газовой турбины	1
Рубежный контроль №2 (6 семестр)			-
13	Двигатели внутреннего сгорания	Расчет характеристик	
Всего:			4

4.5. Контрольная работа (7 семестр заочно)

Основной целью контрольной работы является приобретение обучающимися практических навыков подбора вентиляторов и дымососов, расчета паровой турбины с построением диаграмм и расчета газовой турбины.

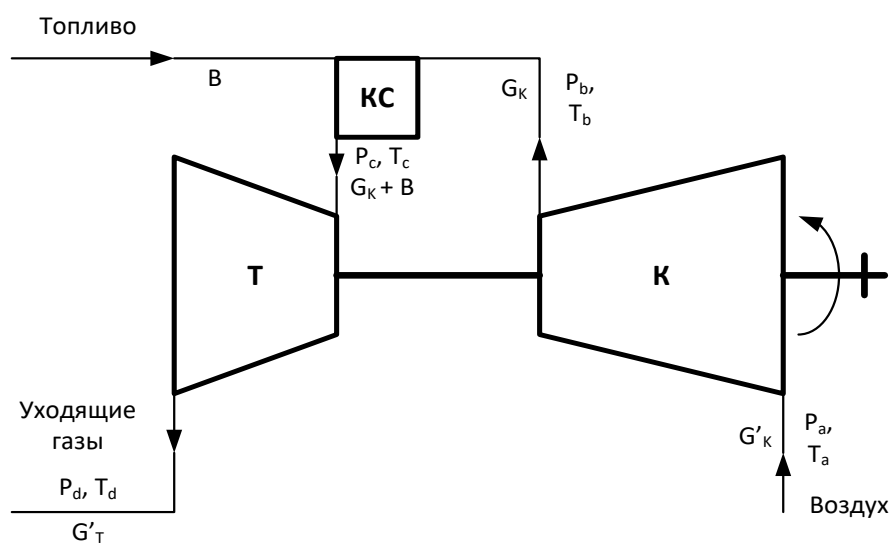
Пример 1. Выбрать вентилятор, обеспечивающий производительность $V=3,5\text{ м}^3/\text{с}$, полное давление $p=492\text{ Па}$ при температуре воздуха $t=25^\circ\text{C}$. Привод вентилятора осуществляется непосредственно от асинхронного электродвигателя.

Пример 2. Выбрать дымосос для удаления дымовых газов расходом $V=20\text{ м}^3/\text{с}$ при $t=160^\circ\text{C}$ из котла при перепаде полных давлений в тракте $\Delta p=2512\text{ Па}$. Среднее барометрическое давление в месте установки дымососа $p_{\text{бар}}=0,1\text{ МПа}$.

Пример 4. Произвести тепловой расчет паровой турбины с составлением балансов основных потоков пара и воды. Построить hS - диаграмму в отдельных точках тепловой схемы в теплофикационном и конденсационном режиме. КПД=82%.

№ п/п	Наименование параметра	Значение								
Котел утилизатор горизонтального типа										
	Контур высокого давления	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Номинальная паропроизводительность ($G_{ВД}$), т/ч	100	101	102	103	104	105	106	107	108
2	Температура пара на выходе ($T_{ВД}$), °C	550	540	535	555	540	534	550	540	545

Пример 4. Рассчитать тепловую схему газотурбинной установки



Компонентный состав топлива

Наименование компоненты	Химиче- ская формула	Обозначе- ние	Объем, %								
			Вариант								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Метан	CH ₄	r _{CH₄}	97,685	96,685	96,985	98,685	97,085	95,685	95,685	98,685	97,085
Этан	C ₂ H ₆	r _{C₂H₆}	0,697	1,697	1,397	0,697	0,697	1,697	0,697	0,697	0,697
Пропан	C ₃ H ₈	r _{C₃H₈}	0,262	1,262	1,062	0,262	0,862	1,262	0,262	0,262	0,862
Бутан	C ₄ H ₁₀	r _{C₄H₁₀}	0,094	0,094	0,294	0,094	1,094	0,094	0,094	0,094	1,094
Пентан	C ₅ H ₁₂	r _{C₅H₁₂}	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	1,024	0,024	0,024
Азот	N ₂	r _{N₂}	1,155	0,155	0,155	0,155	0,155	1,155	2,155	0,155	0,155
Углекислый газ	CO ₂	r _{CO₂}	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056
Итого:	-	-	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Исходные данные для расчета

Наименование	Условное обозначе- ние	Величина, Варианты									Еди- ница изме- рения
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Температура газов перед турби- ной	T _c	1573, 15	1550	1560	1580	1530	1520	1500	1490	1530	К
	t _c	1300									°С

Наибольшая допустимая температура металла сопловых и рабочих лопаток, по условиям прочности	T_w	1123,15	1123,15	1123,15	1123,15	1123,15	1123,15	1123,15	1123,15	1123,15	К
	t_w	850									°C
Степень сжатия воздуха в компрессоре	$\varepsilon = p_b/p_a$	15,0	14,8	14,6	14,4	14,2	14	15,2	15,4	15,6	-
Коэффициент потерь давления	$\lambda = \delta/\varepsilon$	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	-
Число ступеней газовой турбины	z	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-
Коэффициент использования теплоты топлива в камере сгорания	$\eta_{кс}$	0,990	0,98	0,97	0,98	0,99	0,97	0,98	0,99	0,97	-
Механический КПД турбины	η_m	0,990	0,985	0,98	0,975	0,97	0,965	0,96	0,985	0,99	-
КПД электрического генератора	$\eta_{ээ}$	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980	-
Изоэнтروпийный КПД турбины	η_m	0,910	0,905	0,900	0,895	0,890	0,915	0,885	0,880	0,900	-
Изоэнтропийный КПД компрессора	η_k	0,860	0,85	0,84	0,83	0,82	0,87	0,81	0,86	0,85	-
Коэффициент утечек (дополнительный расход воздуха на утечки через уплотнения компрессора и турбины)	α_y	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	-
Низшая теплота сгорания топлива	Q_H^P	48 475,3									кДж/кг
Минимально необходимое количество воздуха для полного сжигания 1 кг газа	L_0	16,84									кг/кг

<i>№ n/n</i>	<i>Наименование</i>	<i>Условное обозначение</i>	<i>Величина</i>	<i>Единица измерения</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Вариант №1,5,9				
1.	Мощность, измеренная на выводах генератора ГТУ	N_g	80,632	МВт
2.	Температура воздуха на входе в компрессор	T_a	279,15	К
		t_a	6,0	°C
Вариант №2,6				
3.	Мощность, измеренная на выводах генератора ГТУ	N_g	77,763	МВт

4.	Температура воздуха на входе в ком-прессор	T_a	288,15	К
		t_a	15,0	°C
Вариант №3,7				
5.	Мощность, измеренная на выводах генератора ГТУ	N_g	72,428	МВт
6.	Температура воздуха на входе в ком-прессор	T_a	298,15	К
		t_a	25,0	°C
Вариант №4,8				
7.	Мощность, измеренная на выводах генератора ГТУ	N_g	68,509	МВт
8.	Температура воздуха на входе в ком-прессор	T_a	305,15	К
		t_a	32,0	°C

Требования к выполнению контрольной работы:

Контрольная работа оформляется в виде расчётно-пояснительной записки, набранной на ПК.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение их практических занятий.

Залогом качественного выполнения практических занятий является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале работы, приветствуется групповой метод.

Рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия на практических занятиях при решении практических задач в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям, подготовку к экзамену, выполнению контрольной работы для заочной формы обучения.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
	Заочная форма обу- чения
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	121
Общие сведения и основные понятия о нагнетателях	8
Термодинамические основы теории нагнетателей	8
Газодинамические основы теории динамических нагнетателей	9
Характеристики нагнетателей	9
Совместная работа при параллельном и последовательном соединении нагнетателей	9
Вентиляторы	9
Динамические компрессоры	10
Объемные нагнетатели	10
Динамические насосы	10
Циклы тепловых двигателей	10
Паровые турбины	10
Газотурбинные установки	10
Двигатели внутреннего сгорания	9
Подготовка к практическим занятиям (по 2 часа на каждое занятие)	4
Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)	
Подготовка к экзамену	27
Контрольная работа	18
Всего:	170

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Банк вопросов к экзамену.
2. Задания к практическим занятиям.
3. Контрольная работа

6.2. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Экзамен проводится в виде ответов на вопросы билета.

Экзаменационный билет состоит из 2 вопросов. Время, отводимое обучающемуся на экзамен, составляет 1 астрономический час. Каждый вопрос оценивается в 15 баллов.

Результаты экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена, а также выставляются в зачетную книжку обучающегося.

6.3. Примеры оценочных средств

(для экзамена)

Вопросы к экзамену

1. Исторический обзор. Основные типы и классификация.
2. Рабочие параметры нагнетателей.
3. Работа нагнетателей на трубопроводную систему.
4. Применение законов термодинамики к описанию законов в нагнетателе. Изображение процессов сжатия в диаграммах состояния. КПД.
5. Принцип действия динамических нагнетателей.
6. Основное уравнение, определяющее принцип проектирования и конструирования турбонагнетателей. Уравнение Эйлера.
7. Параметры ступени нагнетателя. Влияние формы лопаток на рабочие параметры.
8. Анализ основных параметров динамических нагнетателей.
9. Циркуляция в межлопаточном канале, потери от трения и утечек.
10. Течение рабочего тела в межлопаточных каналах.
11. Подobie нагнетателей.
12. Коэффициент быстроходности. Рабочие параметры и характеристики нагнетателей.
13. Действительные характеристики нагнетателей при постоянной частоте вращения.
14. Характеристики нагнетателей при переменной частоте вращения. Безразмерные и универсальные характеристики.
15. Изменение характеристик и регулирование. Сводные графики рабочих зон.
16. Параллельное и последовательное соединение нагнетателей.
17. Неустойчивая работа нагнетателей. Помпаж.
18. Основные расчетные соотношения и параметры вентиляторов.
19. Центробежные вентиляторы.
20. Осевые вентиляторы.
21. Тягодутьевые устройства тепловых электростанций.
22. Турбокомпрессоры. Методика расчета центробежного компрессора.
23. Методика расчета осевого компрессора.
24. Характеристики турбокомпрессоров. Конструкция.
25. Поршневые насосы и компрессоры. Роторные насосы и компрессоры.
26. Центробежные насосы. Кавитация.
27. Конструкция центробежных и осевых насосов.
28. Насосы специальных типов.
29. Исторический обзор. Теоретические циклы тепловых двигателей.
30. Циклы паросиловых установок.
31. Циклы газотурбинных установок.

32. Циклы поршневых ДВС.
33. Активные паровые турбины.
34. Реактивные паровые турбины. Мощность и КПД.
35. Регулирование паровых турбин. Диаграмма режимов.
36. Конденсационные установки паровых турбин.
37. Система маслоснабжения паровых турбин.
38. Классификация и конструктивные особенности паровых турбин.
39. Реальные циклы газотурбинных установок.
40. Применение газотурбинных установок в энергетике и промышленности.
41. Общие сведения и классификация ДВС.
42. Смесеобразование ДВС.
43. Техничко-экономические показатели и тепловой баланс ДВС.
44. Влияние выхлопных газов ДВС на окружающую среду.

6.4. Фонд оценочных средств

Полный бланк заданий для текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная учебная литература

1. Подборский Л.Н., Турбины ТЭС и АЭС Методические указания к лабораторным работам № 1–4 (часть 1) Учебно–методическое издание Издательско–полиграфический комплекс Сибирского Федерального университета 2011 37 с.
2. Теплотехника: Учебное пособие / Ю.В. Видин, В.В. Колосов, А.К.Федюкович; КГТУ. Красноярск, 2004. 88 с.
3. Турбины тепловых и атомных электростанций./ Под ред. А.Г.Костюка, В.В.Фролова. – М.: Издательство МЭИ, 2001.– 488с.

7.2. Дополнительная учебная литература

1. Яблоков Л.Д., Логинов И.Г. Паровые и газовые турбоустановки.– М.: Энергоатомиздат, 1988.– 352с.
2. Трухний А.Д. Стационарные паровые турбины.– М.: Энергоатомиздат, 1990,– 640с.
3. Трухний А.Д. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки/А.Д. Трухний, Б. В. Ломакин.– М.: Издательство МЭИ, 2001.– 540с.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Савельев В.А., Ноздричев А.В. Методические указания к выполнению контрольной работы по дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели» для студентов заочной формы обучения направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». - Курган, 2017. – 7 с.

9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Интернет-ресурс	Краткое описание
1	http://ru.wikipedia.org	Энциклопедия Википедия

10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znaniium.com»
4. «Гарант» - справочно-правовая система

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально- техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

12. ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Нагнетатели и тепловые двигатели»

образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата

13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность:
Энергообеспечение предприятий

Трудоемкость дисциплины: 6 ЗЕ (180 академических часов)

Семестр: 7 семестр – заочная.

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Содержание дисциплины

Общие сведения и основные понятия о нагнетателях. Основные типы и классификация. Рабочие параметры. Термодинамические основы теории нагнетателей. Газодинамические основы теории динамических нагнетателей. Принцип действия. Основное уравнение, определяющее принцип проектирования и конструирования турбонагнетателей. Подобие нагнетателей. Коэффициент быстроходности. Совместная работа при параллельном и последовательном соединении нагнетателей. Неустойчивая работа. Помпаж. Вентиляторы. Центробежные вентиляторы. Осевые вентиляторы. Тягодутьевые устройства тепловых электростанций. Динамические компрессоры. Турбокомпрессоры. Объемные нагнетатели. Динамические насосы. Центробежные насосы. Кавитация. Конструкция центробежных и осевых насосов. Насосы специальных типов. Циклы тепловых двигателей. Паровые турбины. Активные паровые турбины. Реактивные паровые турбины. Конденсационные установки. Газотурбинные установки. Применение газотурбинных установок в энергетике и промышленности. Двигатели внутреннего сгорания. Общие сведения и классификация. Смесеобразование.

ЛИСТ
регистрации изменений (дополнений) в рабочую программу
учебной дисциплины
«Нагнетатели и тепловые двигатели»

Изменения / дополнения в рабочую программу
на 20__ / 20__ учебный год:

Ответственный преподаватель _____ / Ноздричев А.В. /

Изменения утверждены на заседании кафедры «__»_____20__ г.,
Протокол № ____

Заведующий кафедрой _____ «__»_____20__ г.

Изменения / дополнения в рабочую программу
на 20__ / 20__ учебный год:

Ответственный преподаватель _____ / Ноздричев А.В. /

Изменения утверждены на заседании кафедры «__»_____20__ г.,
Протокол № ____

Заведующий кафедрой _____ «__»_____20__ г.