

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Петербургский государственный университет путей
сообщения Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Электротехника и теплоэнергетика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
Б1.В.ДВ.3.1 «НАГНЕТАТЕЛИ И ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»
для направления *13.03.01* «Теплоэнергетика и теплотехника»
по профилю «Промышленная теплоэнергетика»
Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа (Оценочные материалы) рассмотрена и обсуждена на заседании кафедры «Электротехника и теплоэнергетика»

Протокол № 4 от « 05 » декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой
«Электротехника и теплоэнергетика»

«05» декабря 2024 г.

_____ К.К. Ким

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП
«05» декабря 2024 г.

_____ М.Ю. Кудрин

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Нагнетатели и тепловые двигатели» (Б1.В.ДВ.3.1) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (далее - ФГОС ВО), утвержденного «28» февраля 2020 г., приказ Минобрнауки России № 50480, с учетом профессиональных стандартов:

- 16.065 Профессиональный стандарт «Специалист в области проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов и малых теплоэлектроцентралей». Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.02.2021 № 39н, регистрационный номер 718);
- 16.149 Профессиональный стандарт «Специалист по проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха объектов капитального строительства» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19.04.2021 № 251н, регистрационный N 1176).

Целью изучения дисциплины является формирование компетенций, указанных в разделе 2 рабочей программы.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- приобретение знаний, указанных в разделе 2 рабочей программы;
- приобретение умений, указанных в разделе 2 рабочей программы;
- приобретение навыков, указанных в разделе 2 рабочей программы.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, приведенными в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе бакалавриата индикаторами достижения компетенций

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-1: Выполнение гидравлических расчетов, расчетов тепловых схем с выбором оборудования и арматуры для проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей.	
ПК-1.3.1 Имеет навыки расчета тепловых и материальных балансов по тепловой схеме котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей	<i>Обучающийся имеет навыки:</i> - расчета тепловых и материальных балансов по тепловой схеме котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей.
ПК-1.3.2 Имеет навыки выбора оборудования и арматуры для проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей	<i>Обучающийся имеет навыки:</i> - выбора оборудования и арматуры для проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей.
ПК-1.3.3 Имеет навыки уточнения диаметров трубопроводов по полученным данным	<i>Обучающийся имеет навыки:</i> - уточнения диаметров трубопроводов по полученным данным.
ПК-1.3.4 Имеет навыки оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей и составление пояснительной записки	<i>Обучающийся имеет навыки:</i> - оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей и составление пояснительной записки.

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 4.1. Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		5	6
Контактная работа (по видам учебных занятий) В том числе:	112	64	48
– лекции (Л)	32	16	16
– практические занятия (ПЗ)	48	16	32
– лабораторные работы (ЛР)	32	32	-
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	104	44	60
Контроль	72	36	36
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э., Э., КР.	Э.	Э., КР.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		5	6
Общая трудоемкость: час / з.е.	288/8	144/4	144/4

Таблица 4.2. Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		4
Контактная работа (по видам учебных занятий) В том числе:	28	28
– лекции (Л)	8	8
– практические занятия (ПЗ)	12	12
– лабораторные работы (ЛР)	8	8
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	242	242
Контроль	18	18
Форма контроля (промежуточной аттестации)	Э, Э, КР	Э., Э., Кр.
Общая трудоемкость: час / з.е.	288/8	288/48

Примечание: «Форма контроля» – экзамен (Э), зачет (З), зачет с оценкой (З*), курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
5 семестр			
1	Введение	Лекция 1. Классификация нагнетателей. Основные понятия и терминология. Направления развития нагнетателей. Использование различных типов нагнетателей на железнодорожном транспорте. Общие сведения необходимые для выбора насосного, компрессорного, вентиляторного оборудования и арматуры для проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей. Общие сведения о насосном, компрессорном, вентиляторном оборудовании необходимые для расчета тепловых и материальных балансов по тепловой схеме котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей. Общие сведения о насосном, компрессорном, вентиляторном	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.

		оборудовании необходимые для выбора оборудования и арматуры при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей Общие сведения необходимые для уточнения диаметров трубопроводов подсоединения к тепловым сетям по полученным данным. Общие сведения необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей.	
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.	
2	Насосы	Лекция 2. Конструктивное исполнение, принцип работы. Мощность, напор и к.п.д. Характеристики насосов. Регулирование производительности. Параллельная и последовательная работа насосов. Сведения о насосном оборудовании необходимые для расчета тепловых и материальных балансов по тепловой схеме котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей. Сведения о насосном оборудовании необходимые для выбора оборудования и арматуры при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей Сведения необходимые для уточнения диаметров трубопроводов подсоединения к тепловым сетям по полученным данным. Сведения необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей.	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Лекция 3. Построение пьезометрического графика для водяной сети. Сведения о насосном оборудовании необходимые для расчета тепловых и материальных балансов по тепловой схеме котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей. Сведения о насосном оборудовании	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.

		необходимые для выбора оборудования и арматуры при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей Сведения необходимые для уточнения диаметров трубопроводов подсоединения к тепловым сетям по полученным данным. Сведения необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей.	
		Лекция 4. Характеристика центробежного насоса Поршневые насосы. Роторные насосы. Осевые насосы. Вихревые насосы. Струйные насосы. Эрлифты. Регулирование производительности насосов. Сведения о насосном оборудовании необходимые для расчета тепловых и материальных балансов по тепловой схеме котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей. Сведения о насосном оборудовании необходимые для выбора оборудования и арматуры при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей Сведения необходимые для уточнения диаметров трубопроводов подсоединения к тепловым сетям по полученным данным. Сведения необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей.	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.	
3	Вентиляторы	Лекция 5. Основные определения, типы вентиляторов и их конструкции. Характеристики вентиляторов и их обозначения. Работа вентиляторов на сеть, а также совместная работа вентиляторов. Регулирование работы вентиляторов. Специальные вентиляторы. Сведения о вентиляторном оборудовании	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.

		необходимые для расчета материальных балансов по схеме предприятий, котельных, малых теплоэлектроцентралей. Сведения о вентиляторном оборудовании необходимые для выбора оборудования и арматуры при проектировании технологических решений промышленных предприятий, котельных, малых теплоэлектроцентралей Сведения необходимые для уточнения диаметров воздухопроводов подсоединения к воздушным каналам предприятия, котельных, малых теплоэлектроцентралей по полученным данным. Сведения необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений котельных, малых теплоэлектроцентралей.	
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.	
4	Компрессоры	Лекция 6. Классификация компрессорных машин. Основы сжатия газов. Сведения о компрессорном оборудовании необходимые для расчета материальных балансов по схеме предприятий, котельных, малых теплоэлектроцентралей. Сведения о компрессорном оборудовании необходимые для выбора оборудования и арматуры при проектировании технологических решений промышленных предприятий, котельных, малых теплоэлектроцентралей Сведения необходимые для уточнения диаметров воздухопроводов подсоединения к воздушным магистралям предприятия, котельных, малых теплоэлектроцентралей по полученным данным. Сведения необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений котельных, малых теплоэлектроцентралей.	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.

		Лекция 7. Конструкции компрессоров. Индикаторная диаграмма поршневого компрессора. Многоступенчатое сжатие газа. Расчет поршневых компрессоров. Центробежные компрессоры. Определение напора центробежного компрессора. Основы теории расчета центробежного и осевого компрессоров. Треугольники скоростей. Мощность и к.п.д. компрессоров. Конструктивные исполнения рабочих колес. Конструкции и универсальные характеристики центробежных и осевых компрессоров. Регулирование центробежных и осевых компрессоров. Роторные компрессоры. Сведения о компрессорном оборудовании необходимые для расчета материальных балансов по схеме предприятий, котельных, малых теплоэлектроцентралей. Сведения о компрессорном оборудовании необходимые для выбора оборудования и арматуры при проектировании технологических решений промышленных предприятий, котельных, малых теплоэлектроцентралей Сведения необходимые для уточнения диаметров воздухопроводов подсоединения к воздушным магистралям предприятия, котельных, малых теплоэлектроцентралей по полученным данным. Сведения необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений котельных, малых теплоэлектроцентралей.	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.	
	Практические занятия	Практическое занятие 1. Типовая задача №1	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Практическое занятие 2. Типовая задача №2	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Практическое занятие 3 Типовая задача №3	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.

	Лабораторные работы	Лабораторная работа 1. Построение характеристики центробежного вентилятора	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Лабораторная работа 3. Испытание поршневого компрессора.	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Лабораторная работа 2. Испытание и построение характеристики ротационного шестеренчатого насоса	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
6 семестр			
5	Поршневые двигатели внутреннего сгорания.	Лекция 8. Общие сведения о тепловых двигателях. Классификация тепловых двигателей и области их применения. Воздействие тепловых двигателей на окружающую среду. Использование тепловых двигателей на железнодорожном транспорте. Техника безопасности при техническом обслуживании, пуске и работе. Общие сведения необходимые для выбора оборудования и арматуры для проектирования технологических решений поршневых теплоэлектроцентралей. Общие сведения необходимые для расчета тепловых и материальных балансов по тепловой схеме поршневых малых теплоэлектроцентралей. Общие сведения необходимые для уточнения диаметров трубопроводов подсоединения к тепловым сетям по полученным данным. Общие сведения необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений малых поршневых теплоэлектроцентралей и составление пояснительной записки	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Лекция 9. ДВС. Двигатели Стирлинга - циклы, кинематические схемы, основные показатели работы. Классификация поршневых двигателей. Краткий обзор конструкций, лучшие образцы и направления развития. Рабочие процессы двигателей внутреннего сгорания. Основные технико-экономические показатели и тепловой баланс двигателя. Сведения о двигателях внутреннего сгорания необходимые для выбора	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.

	оборудования и арматуры для проектирования технологических решений поршневых теплоэлектроцентралей. Сведения о двигателях внутреннего сгорания необходимые для расчета тепловых и материальных балансов по тепловой схеме поршневых малых теплоэлектроцентралей. Сведения о двигателях внутреннего сгорания необходимые для уточнения диаметров трубопроводов подсоединения к тепловым сетям по полученным данным. Сведения о двигателях внутреннего сгорания необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений малых поршневых теплоэлектроцентралей и составление пояснительной записки	
	Лекция 10. Индикаторные диаграммы 2^x и 4^x - тактных ДВС. Среднее индикаторное давление и мощность ДВС. Общие сведения о дизельных двигателях. Основные механизмы и системы дизельных двигателей и схемы их работы. Круговая диаграмма газораспределения дизельного двигателя. Наддув и охлаждение наддувочного воздуха. Характеристики и расчеты цикла дизельного двигателя. Конструкции и принцип работы карбюраторных ДВС. Способы продувки. Характеристики и расчеты цикла карбюраторного двигателя. Системы функционирования ДВС. Техническое обслуживание и диагностика дизельных и карбюраторных ДВС. Сведения о двигателях внутреннего сгорания необходимые для выбора оборудования и арматуры для проектирования технологических решений поршневых теплоэлектроцентралей. Сведения о двигателях внутреннего сгорания необходимые для расчета тепловых и материальных балансов по тепловой схеме поршневых малых теплоэлектроцентралей. Сведения о двигателях внутреннего сгорания необходимые для уточнения диаметров трубопроводов подсоединения к тепловым сетям по полученным данным. Сведения о двигателях внутреннего	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.

		сгорания необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений малых поршневых теплоэлектроцентралей и составление пояснительной записки	
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.	

6	Паровые турбины. Многоступенчатые паровые турбины.	Лекция 11 Типы паровых турбин и их обозначение. Конструкции и основные параметры. Паровая турбинная ступень активного и реактивного типов. Треугольники скоростей и процесс расширения пара в h-S диаграмме. Виды потерь энергии в турбинной ступени. Расчет турбинной ступени по среднему диаметру. Степень реактивности турбинной ступени. Окружной, внутренний и эффективный к.п.д., регулировочное колесо. Процесс расширения пара в h-S диаграмме. Распределение теплоперепадов по ступеням. Регулирование работы паровой турбины. Дроссельное, сопловое и байпасное парораспределение. Применение скользящего давления пара. Конструкции и характеристики многоступенчатых паровых турбин. Расширительные машины - детандеры. Их конструкции и характеристики. Сведения о паровых турбинах необходимые для выбора оборудования и арматуры для проектирования технологических решений теплоэлектроцентралей. Сведения о паровых турбинах внутреннего сгорания необходимые для расчета тепловых и материальных балансов по тепловой схеме малых теплоэлектроцентралей. Сведения о паровых турбинах необходимые для уточнения диаметров трубопроводов подсоединения к тепловым сетям по полученным данным. Сведения о паровых турбинах необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений малых теплоэлектроцентралей и составление пояснительной записки Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
---	---	---	---

7	Газотурбинные двигатели.	Лекция 12. Классификация ГТД. Их идеальные и реальные циклы. Достоинства и недостатки ГТД. Конструктивные особенности. Расчет основных параметров ГТД. Применение регенерации в ГТД и её эффективность. Характеристики ГТД и области их применения. Сведения о газовых турбинах необходимые для выбора оборудования и арматуры для проектирования технологических решений теплоэлектростанций. Сведения о газовых турбинах внутреннего сгорания необходимые для расчета тепловых и материальных балансов по тепловой схеме малых теплоэлектростанций. Сведения о газовых турбинах необходимые для уточнения диаметров трубопроводов подсоединения к тепловым сетям по полученным данным. Сведения о газовых турбинах необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений малых теплоэлектростанций и составление пояснительной записки	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.	
	Лабораторные работы	Лабораторная работа №4 Определение мощностных и экономических показателей, характеризующих работу дизеля	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Лабораторная работа №5 Составление теплового баланса ДВС	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Лабораторная работа №6 Определение индикаторного и эффективного к.п.д. дизеля Д6	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.

Для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
4 курс			
1	Введение	Лекция 1. Классификация нагнетателей. Основные понятия и терминология. Направления развития нагнетателей. Использование различных типов нагнетателей на железнодорожном транспорте. Общие сведения необходимые для выбора насосного, компрессорного, вентиляторного оборудования и арматуры для проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей. Общие сведения о насосном, компрессорном, вентиляторном оборудовании необходимые для расчета тепловых и материальных балансов по тепловой схеме котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей. Общие сведения о насосном, компрессорном, вентиляторном оборудовании необходимые для выбора оборудования и арматуры при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей Общие сведения необходимые для уточнения диаметров трубопроводов подсоединения к тепловым сетям по полученным данным. Общие сведения необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей.	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.	

2	Насосы	Лекция 2. Конструктивное исполнение, принцип работы. Мощность, напор и к.п.д. Характеристики насосов. Регулирование производительности. Параллельная и последовательная работа насосов. Сведения о насосном оборудовании необходимые для расчета тепловых и материальных балансов по тепловой схеме котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей. Сведения о насосном оборудовании необходимые для выбора оборудования и арматуры при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей Сведения необходимые для уточнения диаметров трубопроводов подсоединения к тепловым сетям по полученным данным. Сведения необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей.	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Лекция 3. Построение пьезометрического графика для водяной сети Сведения о насосном оборудовании необходимые для расчета тепловых и материальных балансов по тепловой схеме котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей. Сведения о насосном оборудовании необходимые для выбора оборудования и арматуры при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей Сведения необходимые для уточнения диаметров трубопроводов подсоединения к тепловым сетям по полученным данным. Сведения необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей.	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.

		Лекция 4. Характеристика центробежного насоса Поршневые насосы. Роторные насосы. Осевые насосы. Вихревые насосы. Струйные насосы. Эрлифты. Регулирование производительности насосов. Сведения о насосном оборудовании необходимые для расчета тепловых и материальных балансов по тепловой схеме котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей. Сведения о насосном оборудовании необходимые для выбора оборудования и арматуры при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей Сведения необходимые для уточнения диаметров трубопроводов подсоединения к тепловым сетям по полученным данным. Сведения необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей.	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.	
3	Вентиляторы	Лекция 5. Основные определения, типы вентиляторов и их конструкции. Характеристики вентиляторов и их обозначения. Работа вентиляторов на сеть, а также совместная работа вентиляторов. Регулирование работы вентиляторов. Специальные вентиляторы. Сведения о вентиляторном оборудовании необходимые для расчета материальных балансов по схеме предприятий, котельных, малых теплоэлектроцентралей. Сведения о вентиляторном оборудовании необходимые для выбора оборудования и арматуры при проектировании технологических решений промышленных предприятий, котельных, малых теплоэлектроцентралей Сведения необходимые для уточнения диаметров воздуховодов подсоединения к воздушным каналам предприятия, котельных, малых теплоэлектроцентралей по полученным данным.	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.

		Сведения необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений котельных, малых теплоэлектроцентралей.	
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.	
4	Компрессоры	Лекция 6. Классификация компрессорных машин. Основы сжатия газов. Сведения о компрессорном оборудовании необходимые для расчета материальных балансов по схеме предприятий, котельных, малых теплоэлектроцентралей. Сведения о компрессорном оборудовании необходимые для выбора оборудования и арматуры при проектировании технологических решений промышленных предприятий, котельных, малых теплоэлектроцентралей Сведения необходимые для уточнения диаметров воздухопроводов подсоединения к воздушным магистралям предприятия, котельных, малых теплоэлектроцентралей по полученным данным. Сведения необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений котельных, малых теплоэлектроцентралей.	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Лекция 7. Конструкции компрессоров. Индикаторная диаграмма поршневого компрессора. Многоступенчатое сжатие газа. Расчет поршневых компрессоров. Центробежные компрессоры. Определение напора центробежного компрессора. Основы теории расчета центробежного и осевого компрессоров. Треугольники скоростей. Мощность и к.п.д. компрессоров. Конструктивные исполнения рабочих колес. Конструкции и универсальные характеристики центробежных и	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.

		осевых компрессоров. Регулирование центробежных и осевых компрессоров. Роторные компрессоры. Сведения о компрессорном оборудовании необходимые для расчета материальных балансов по схеме предприятий, котельных, малых теплоэлектроцентралей. Сведения о компрессорном оборудовании необходимые для выбора оборудования и арматуры при проектировании технологических решений промышленных предприятий, котельных, малых теплоэлектроцентралей Сведения необходимые для уточнения диаметров воздухопроводов подсоединения к воздушным магистралям предприятия, котельных, малых теплоэлектроцентралей по полученным данным. Сведения необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений котельных, малых теплоэлектроцентралей.	
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.	
5	Поршневые двигатели внутреннего сгорания.	Лекция 8. Общие сведения о тепловых двигателях. Классификация тепловых двигателей и области их применения. Воздействие тепловых двигателей на окружающую среду. Использование тепловых двигателей на железнодорожном транспорте. Техника безопасности при техническом обслуживании, пуске и работе. Общие сведения необходимые для выбора оборудования и арматуры для проектирования технологических решений поршневых теплоэлектроцентралей. Общие сведения необходимые для расчета тепловых и материальных балансов по тепловой схеме поршневых малых теплоэлектроцентралей. Общие сведения необходимые для уточнения диаметров трубопроводов подсоединения к тепловым сетям по полученным данным. Общие сведения необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.

		технологических решений малых поршневых теплоэлектроцентралей и составление пояснительной записки	
		Лекция 9. ДВС. Двигатели Стирлинга - циклы, кинематические схемы, основные показатели работы. Классификация поршневых двигателей. Краткий обзор конструкций, лучшие образцы и направления развития. Рабочие процессы двигателей внутреннего сгорания. Основные технико-экономические показатели и тепловой баланс двигателя. Сведения о двигателях внутреннего сгорания необходимые для выбора оборудования и арматуры для проектирования технологических решений поршневых теплоэлектроцентралей. Сведения о двигателях внутреннего сгорания необходимые для расчета тепловых и материальных балансов по тепловой схеме поршневых малых теплоэлектроцентралей. Сведения о двигателях внутреннего сгорания необходимые для уточнения диаметров трубопроводов подсоединения к тепловым сетям по полученным данным. Сведения о двигателях внутреннего сгорания необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений малых поршневых теплоэлектроцентралей и составление пояснительной записки	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Лекция 10. Индикаторные диаграммы 2 ^х и 4 ^х - тактных ДВС. Среднее индикаторное давление и мощность ДВС. Общие сведения о дизельных двигателях. Основные механизмы и системы дизельных двигателей и схемы их работы. Круговая диаграмма газораспределения дизельного двигателя. Наддув и охлаждение надувочного воздуха. Характеристики и расчеты цикла дизельного двигателя. Конструкции и принцип работы	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.

		карбюраторных ДВС. Способы продувки. Характеристики и расчеты цикла карбюраторного двигателя. Системы функционирования ДВС. Техническое обслуживание и диагностика дизельных и карбюраторных ДВС. Сведения о двигателях внутреннего сгорания необходимые для выбора оборудования и арматуры для проектирования технологических решений поршневых теплоэлектроцентралей. Сведения о двигателях внутреннего сгорания необходимые для расчета тепловых и материальных балансов по тепловой схеме поршневых малых теплоэлектроцентралей. Сведения о двигателях внутреннего сгорания необходимые для уточнения диаметров трубопроводов подсоединения к тепловым сетям по полученным данным. Сведения о двигателях внутреннего сгорания необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений малых поршневых теплоэлектроцентралей и составление пояснительной записки	
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.	
6	Паровые турбины. Многоступенчатые паровые турбины.	Лекция 11 Типы паровых турбин и их обозначение. Конструкции и основные параметры. Паровая турбинная ступень активного и реактивного типов. Треугольники скоростей и процесс расширения пара в h-S диаграмме. Виды потерь энергии в турбинной ступени. Расчет турбинной ступени по среднему диаметру. Степень реактивности турбинной ступени. Окружной, внутренний и эффективный к.п.д., регулировочное колесо. Процесс расширения пара в h-S диаграмме. Распределение теплоперепадов по ступеням. Регулирование работы паровой турбины. Дроссельное, сопловое и байпасное парораспределение. Применение скользящего давления пара. Конструкции и характеристики многоступенчатых паровых турбин. Расширительные машины - детандеры.	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.

		Их конструкции и характеристики. Сведения о паровых турбинах необходимые для выбора оборудования и арматуры для проектирования технологических решений теплоэлектроцентралей. Сведения о паровых турбинах внутреннего сгорания необходимые для расчета тепловых и материальных балансов по тепловой схеме малых теплоэлектроцентралей. Сведения о паровых турбинах необходимые для уточнения диаметров трубопроводов подсоединения к тепловым сетям по полученным данным. Сведения о паровых турбинах необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений малых теплоэлектроцентралей и составление пояснительной записки	
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.	
7	Газотурбинные двигатели.	Лекция 12. Классификация ГТД. Их идеальные и реальные циклы. Достоинства и недостатки ГТД. Конструктивные особенности. Расчет основных параметров ГТД. Применение регенерации в ГТД и её эффективность. Характеристики ГТД и области их применения. Сведения о газовых турбинах необходимые для выбора оборудования и арматуры для проектирования технологических решений теплоэлектроцентралей. Сведения о газовых турбинах внутреннего сгорания необходимые для расчета тепловых и материальных балансов по тепловой схеме малых теплоэлектроцентралей. Сведения о газовых турбинах необходимые для уточнения диаметров трубопроводов подсоединения к тепловым сетям по полученным данным. Сведения о газовых турбинах необходимые для оформления результатов гидравлических расчетов при проектировании технологических решений	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.

		малых теплоэлектроцентралей и составление пояснительной записки	
		Самостоятельная работа по разделу Изучение рекомендованной нормативно – технической документации и научно – технической литературы.	
	Лабораторные работы	Лабораторная работа 1. Построение характеристики центробежного вентилятора	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Лабораторная работа 3. Испытание поршневого компрессора.	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Лабораторная работа 2. Испытание и построение характеристики ротационного шестеренчатого насоса	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Лабораторная работа №4 Определение мощностных и экономических показателей, характеризующих работу дизеля	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Лабораторная работа №5 Составление теплового баланса ДВС	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Лабораторная работа №6 Определение индикаторного и эффективного к.п.д. дизеля Д6	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
	Практические занятия	Практическое занятие 1. Типовая задача №1	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Практическое занятие 2. Типовая задача №2	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.
		Практическое занятие 3 Типовая задача №3	ПК-1.3.1. ПК-1.3.2. ПК-1.3.3. ПК-1.3.4.

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Введение	4	-	-	11	15
2	Насосы	4	8	11	11	34
3	Вентиляторы	4	8	10	11	33
4	Компрессоры	4	8	11	11	34
5	Поршневые двигатели внутреннего сгорания.	8	8	-	20	36
6	Паровые турбины. Многоступенчатые паровые турбины.	4	8	-	20	32
7	Газотурбинные двигатели.	4	8	-	20	32
	Итого	32	48	32	104	216
Контроль						72
Всего (общая трудоемкость, час.)						288

Для заочной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Введение	1	-	-	25	26
2	Насосы	1	2	3	35	41
3	Вентиляторы	1	2	2	33	38
4	Компрессоры	1	2	3	40	46
5	Поршневые двигатели внутреннего сгорания.	2	2	-	40	44
6	Паровые турбины. Многоступенчатые паровые турбины.	1	2	-	35	38
7	Газотурбинные двигатели.	1	2	-	34	37
	Итого	8	12	8	242	270
Контроль						18
Всего (общая трудоемкость, час.)						288

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине являются неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

- Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.
- Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные материалы по дисциплине).
- По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен

пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации образовательной программы по дисциплине

8.1 Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

8.2 Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- MS Office;
- Операционная система Windows;
- Антивирус Касперский;
- Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ».

8.3 Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

- Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронно-библиотечная система ibooks.ru («Айбукс»). – URL: [https:// ibooks.ru /](https://ibooks.ru/) — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронная библиотека ЮРАЙТ. – URL: <https://urait.ru/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Словари и энциклопедии. – URL: <http://academic.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии и повышение цитируемости российской науки. – URL: <http://cyberleninka.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.4 Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

- Профессиональные справочные системы Техэксперт – электронный фонд правовой и нормативно – технической документации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cntd.ru/>, свободный – Загл. с экрана;

8.5 Перечень печатных и электронных изданий, используемых в образовательном процессе:

- Киселев И.Г. Нагнетатели и тепловые двигатели железнодорожного транспорта

- [Текст] : учеб. для вузов / И. Г. Киселев, А. Б. Буянов, 2006. - 329 с.
- Якубчик П.П. Насосы, насосные и воздухоудные станции [Текст] : конспект лекций / П. П. Якубчик, 2009. - 180 с.
 - Калинушкин М.П. Насосы и вентиляторы. -М.:Высшая школа, 1987.176 с.
 - Михайлов А.К., Ворошилов В.П. Компрессорные машины. - М.:Энергоиздат, 1989.-288с.
 - Нагнетатели и тепловые двигатели. Методические указания к выполнению лабораторных работ. СПб: ПГУПС, 2011. - 21 с.
 - Тепломассообмен. Методические указания к выполнению лабораторных работ. СПб: ПГУПС, 2011. - 48 с.
 - Никольский Д.В., Краснов А.С. Гидрогазодинамика. Методические указания для выполнения лабораторных работ. СПб., ПГУПС, 2016 г., - 21 с.
 - Техническая термодинамика. Методические указания к выполнению лабораторных работ. СПб: ПГУПС, 2011. - 42 с.

8.6 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

- Личный кабинет ЭИОС [Электронный ресурс]. – URL: my.pgups.ru — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – URL: <https://sdo.pgups.ru> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Министерство экономического развития Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ecomomy.gov.ru> — Режим доступа: свободный;
- Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – URL: <http://docs.cntd.ru/> — Режим доступа: свободный.

Разработчик рабочей программы, ст.преп.
кафедры «Электротехника и теплоэнергетика»
«03» декабря 2024 г..

_____ Н. С. Кузнеченков