

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

Б1.0.28 «ТЕПЛОТЕХНИКА»

для специальности

23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»

по специализациям

«Грузовые вагоны»,

«Пассажирские вагоны»,

«Технология производства и ремонта подвижного состава»,

«Локомотивы»,

«Электрический транспорт железных дорог»,

«Высокоскоростной наземный транспорт»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2023

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Теплотехника» (Б1.О.28) (далее – Теплотехника) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог» (далее – ФГОС ВО), утвержденного 27 марта 2018 г., приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 215 для специализаций «Локомотивы», «Пассажирские вагоны», «Грузовые вагоны», «Электрический транспорт железных дорог», «Технология производства и ремонта подвижного состава», «Высокоскоростной наземный транспорт».

Целью изучения дисциплины «Теплотехника» является изучение научных основ теплотехнических процессов, передачи и использования тепловой энергии, а также подготовка специалистов к решению теплотехнических задач в области их профессиональной деятельности.

Для достижения поставленных целей решаются следующие задачи:

- Изучить основные законы, термодинамические процессы, виды и способы передачи тепловой энергии;
- Дать знания по основам математического моделирования теплотехнических задач и способов их решения;
- Овладение методикой расчета теплообменных аппаратов и устройств;
- Изучить основные принципы работы и устройство компрессоров, двигателей внутреннего сгорания и других теплоэнергетических установок;
- Производить инженерные расчеты с целью оценки эффективности и экономичности теплоэнергетических установок;
- Получить знания об органическом топливе и теплоэнергетических машинах и установках и об их воздействии на окружающую среду.

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

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций и/или части компетенций. Сформированность компетенций и/или части компетенций оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине(модулю)
<i>ОПК-1. Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования.</i>	
<i>ОПК-1.2.1 Умеет применять методы естественных наук при решении инженерных задач в профессиональной деятельности</i>	<i>Обучающийся умеет: - применять методы естественных наук при решении инженерных задач в профессиональной деятельности</i>

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)» - «Теплотехника» (Б1.О.28).

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов
--------------------	-------------

Контактная работа (по видам учебных занятий)	48
В том числе:	
- лекции (Л)	32
- практические занятия (ПЗ)	-
- лабораторные работы (ЛР)	16
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	20
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	3
Общая трудоемкость: час / з.е.	72/2

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов
Контактная работа (по видам учебных занятий)	12
В том числе:	
- лекции (Л)	8
- практические занятия (ПЗ)	-
- лабораторные работы (ЛР)	4
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	56
Контроль	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)	КЛР, 3
Общая трудоемкость: час / з.е.	72/3

Примечание: «Форма контроля» – экзамен (Э), зачет (З), контрольная работа (КЛР)

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и содержание рассматриваемых вопросов

Для очной формы обучения

№ п/п Модуль	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Идеальный газ. Первый закон термодинамики.	<p>Лекция 1. Тема – Основные понятия о технической термодинамике. Термодинамические системы. Рабочее тело. Параметры состояния. Идеальный газ, уравнения идеального газа. Газовая постоянная. Универсальная газовая постоянная. Энтальпия. (2 часа)</p> <p>Лекция 2. Тема – Первый закон термодинамики. Теплота, работа, внутренняя энергия. Теплоемкость. (2 часа)</p> <p>Лабораторная работа №1. Тема - Определение удельной теплоемкости воздуха при атмосферном давлении. (2 часа)</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к</p>	ОПК-1.2.1

		выполнению задания текущего контроля. (2 часа)	
2	Второй закон термодинамики. Процессы идеального газа.	<p>Лекция 3. Тема – Второй закон термодинамики. Аналитическое выражение П закона термодинамики. Понятие энтропии. (2 часа)</p> <p>Лекция 4. Тема – Процессы идеального газа: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный и политропные процессы. (2 часа)</p> <p>Лабораторная работа №2. Тема - Определение показателя адиабаты воздуха. (2 часа)</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к выполнению задания текущего контроля. (2 часа)</p>	ОПК-1.2.1
3	Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух	<p>Лекция 5. Тема - Реальные газы: водяной пар. Фазовые P-T, P-v, T-S и H-S диаграммы. Таблицы воды и водяного пара. Энтропия и энтальпия пара и жидкости. Определение параметров воды и пара. (2 часа)</p> <p>Лекция 6. Тема - Влажный воздух. H-d диаграмма влажного воздуха. Определение параметров влажного воздуха. (2 часа)</p> <p>Лабораторная работа №3. Тема - Определение параметров влажного воздуха. (2 часа)</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к выполнению задания текущего контроля. (2 часа)</p>	ОПК-1.2.1
4	Круговые процессы. Циклы.	<p>Лекция 7. Тема - Круговые процессы. Циклы. Цикл Карно. Идеальные циклы поршневых ДВС. (2 часа)</p> <p>Лекция 8. Тема - Двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Двухтактные и четырехтактные ДВС. Индикаторная диаграмма ДВС.(2 часа)</p> <p>Лабораторная работа №4. Тема - Проверка температурной шкалы Кельвина. (2 часа)</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с</p>	ОПК-1.2.1

		использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к выполнению задания текущего контроля. (2 часа)	
5	Газоподающие машины. Холодильные установки.	<p>Лекция 9. Тема - Газоподающие машины. Компрессоры и вентиляторы. Компрессорные машины. (2 часа)</p> <p>Лекция 10. Тема - Одноступенчатые и многоступенчатые компрессоры. Механический КПД компрессора. Холодильные установки. Тепловые насосы.(2 часа)</p> <p>Лабораторная работа №5. Тема – Определение коэффициента теплопроводности твёрдых тел методом цилиндрического слоя.(2 часа)</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к выполнению задания текущего контроля. (2 часа)</p>	ОПК-1.2.1
6	Виды теплообмена. Теплопроводность.	<p>Лекция 11. Тема - Основы теплообмена. Виды и способы передачи теплоты. Количественные характеристики переноса теплоты. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Температурный градиент. Температурное поле. Дифференциальные уравнения теплопроводности. Стационарные и нестационарные задачи теплопроводности. (2 часа)</p> <p>Лекция 12. Тема - Начальные и граничные условия. Методы решения задач теплопроводности. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Плоские однослойные и многослойные стенки. Цилиндрические одно- и многослойные стенки. Шаровая стенка. (2 часа)</p> <p>Лабораторная работа №6. Тема – Определение теплопроводности сыпучих тел методом шара.(2 часа)</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к выполнению задания текущего контроля. (2 часа)</p>	ОПК-1.2.1

7	Конвективный и лучистый теплообмен.	<p>Лекция 13. Тема - Конвективный теплообмен. Теплоотдача. Закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплообмена. Естественная и вынужденная конвекции. Теория подобия тепловых процессов. Основные числа (критерии) подобия. Уравнения подобия для естественной и вынужденной конвекции. (2 часа)</p> <p>Лекция 14. Тема - Лучистый теплообмен. Основные понятия и определения. Поверхностная плотность потока интегрального излучения. Коэффициент поглощения, отражения, пропускания. Абсолютно черное тело. Особенности излучения твердых тел и газов. Закон Стефана-Больцмана. Степень черноты тела. Закон Кирхгофа. Теплообмен излучением между телами.(2 часа)</p> <p>Лабораторная работа №7. Тема – Определение коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции воздуха (2 часа)</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к выполнению задания текущего контроля. (4 часа)</p>	ОПК-1.2.1
8	Сложный теплообмен. Теплопередача. Теплообменные аппараты.	<p>Лекция 15. Тема - Сложный теплообмен. Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Способы интенсификации теплообмена. Теплопередача через ребренную стенку. (2 часа)</p> <p>Лекция 16. Тема - Теплообменные аппараты. Классификация теплообменных аппаратов: рекуперативные, регенеративные, смешительные и с внутренними источниками энергии. Рекуперативные теплообменники. Расчет рекуперативных теплообменных аппаратов.(2 часа)</p> <p>Лабораторная работа №8. Тема – Защита лабораторных работ (2 часа)</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к выполнению задания текущего контроля. (4 часа)</p>	

Для заочной формы обучения

№ п/п Модуль	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Идеальный газ. Первый и второй закон термодинамики. Процессы идеального газа.	<p>Лекция 1. Тема - Основные понятия о технической термодинамике. Термодинамические системы. Рабочее тело. Параметры состояния. Идеальный газ, уравнения идеального газа. Газовая постоянная. Универсальная газовая постоянная. Первый закон термодинамики. Теплота, работа, внутренняя энергия. Теплоемкость. Энтальпия. Второй закон термодинамики. Аналитическое выражение II закона термодинамики. Понятие энтропии. Процессы идеального газа: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный и политропные процессы. (2 часа)</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к выполнению задания текущего контроля. (14 часов)</p>	ОПК-1.2.1
2	Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух	<p>Лекция 2. Тема - Реальные газы: водяной пар. Фазовые P-T, P-v, T-S и H-S диаграммы. Таблицы воды и водяного пара. Энтропия и энтальпия пара и жидкости. Определение параметров воды и пара. Влажный воздух. Hd-диаграмма влажного воздуха. Определение параметров влажного воздуха. (2 часа)</p> <p>Лабораторная работа №7. Тема - Определение коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции воздуха. (2 часа)</p> <p>Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к выполнению задания текущего контроля. (14 часов)</p>	ОПК-1.2.1
3	Круговые процессы. Циклы ДВС и компрессоров. Газоподающие машины. Холодильные	<p>Лекция 3. Тема - Круговые процессы. Циклы. Цикл Карно. Идеальные циклы поршневых ДВС. Двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Двухтактные и четырехтактные ДВС. Индикаторная диаграмма ДВС. Компрессоры и вентиляторы. Компрессорные машины.</p>	ОПК-1.2.1

	установки.	Газоподающие машины. Компрессоры и вентиляторы. Компрессорные машины. Одноступенчатые и многоступенчатые компрессоры. Механический КПД компрессора. Холодильные установки. Тепловые насосы. (2 часа)	
		Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к выполнению задания текущего контроля. (14 часов)	
4	Виды теплообмена. Теплопроводность. Конвективный и лучистый теплообмен. Сложный теплообмен. Теплопередача. Теплообменные аппараты	Лекция 4. Тема - Основы теплообмена. Виды и способы передачи теплоты. Количественные характеристики переноса теплоты. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Температурный градиент. Температурное поле. Дифференциальные уравнения теплопроводности. Стационарные и нестационарные задачи теплопроводности. Начальные и граничные условия. Методы решения задач теплопроводности. Конвективный теплообмен. Теплоотдача. Закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплообмена. Сложный теплообмен. Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Рекуперативные теплообменники. Расчет рекуперативных теплообменных аппаратов.(2 часа)	ОПК-1.2.1
		Лабораторная работа №5. Тема - Определение коэффициента теплопроводности твёрдых тел методом цилиндрического слоя. (2 часа)	
		Самостоятельная работа. Подготовка и дополнение текстов лекций по теме. Подготовка к лабораторным занятиям (изучение теоретического материала с использованием текстов лекций и рекомендованной литературы). Подготовка к выполнению задания текущего контроля. (14 часов)	

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Идеальный газ. Первый закон термодинамики.	4	-	2	2	8

2	Второй закон термодинамики. Процессы идеального газа.	4	-	2	2	8
3	Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух	4	-	2	2	8
4	Круговые процессы. Циклы.	4	-	2	2	8
5	Газоподающие машины. Холодильные установки.	4	-	2	2	8
6	Виды теплообмена. Теплопроводность.	4	-	2	2	8
7	Конвективный и лучистый теплообмен.	4	-	2	4	10
8	Сложный теплообмен. Теплопередача. Теплообменные аппараты.	4	-	2	4	10
	Итого	32	-	16	20	68
					Контроль	4
					Всего (общая трудоемкость, час.)	72

Для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Идеальный газ. Первый и второй закона термодинамики. Процессы идеального газа.	2	-	-	14	16
2	Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух	2	-	2	14	18
3	Круговые процессы. Циклы ДВС и компрессоров. Газоподающие машины. Холодильные установки.	2	-	-	14	16
4	Виды теплообмена. Теплопроводность. Конвективный и лучистый теплообмен. Сложный теплообмен. Теплопередача. Теплообменные аппараты	2	-	2	14	18
	Итого	8	0	4	56	68
					Контроль	4
					Всего (общая трудоемкость, час.)	72

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

Оценочные материалы по дисциплине является 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:

1. 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.

2. 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).

3. 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 специалитета по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, 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.

Для проведения лабораторных работ используются лаборатории кафедры оснащенные специализированными измерительными средствами, лабораторными стендами.

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:

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

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

- Электронная библиотека НЕБ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru> – свободный – Загл. с экрана;
- Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный. — Загл. с экрана.
- Электронно-библиотечная система ibooks.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ibooks.ru/> — Загл. с экрана.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

Учебная литература:

1. Кирилин В.А., "Техническая термодинамика" М.: Издательство МЭИ, 2008 г. – 496с.
2. Крылов В.И. «Теплотехника» Конспект лекций. СПб.: ПГУПС, 2013г. – 71с.
3. Баскаков А.П. «Теплотехника» М.: Бастет, 2010г. – 325с.
4. Киселев И.Г. «Теплотехника на подвижном составе железных дорог» М.: УМЦ по оборудованию на ж.д. транспорте, 2008г. – 287с.
5. Киселев И.Г., Крылов Д.В. Тепловой расчет рекуперативных теплообменных аппаратов. СПб.: ПГУПС, 2012г. – 18 с.
6. Кудрин М.Ю. Теплотехника. Теоретические основы и физическое моделирование: Учебное пособие СПб. ПГУПС, 2019.- 75с.

Дополнительная литература:

1. Кудинов В.А., Карташов Э.М. «Техническая термодинамика», М.2000 г.
2. Сборник задач по технической термодинамике/ Т.Н. Андрианова и др. - 4-е изд. - М.: Издательство МЭИ. 2000 - 354 с.
3. Кирилин В.А. "Техническая термодинамика" М.: Издательство МЭИ, 2008 г. – 496с.
4. Никольский Д.В., Кудрин М.Ю., Краснов А.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:
 1. Личный кабинет обучающегося и электронно - образовательная среда [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым требуется авторизация).
 2. Электронная библиотечная система ЛАНЬ [электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>
 3. Электронная библиотечная система ibooks.ru [электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://ibooks.ru/>
 4. Электронная библиотека ЮРАЙТ [электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblio-online.ru/>
 5. Электронная библиотека «Единое окно к образовательным ресурсам» [электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru>

Разработчик рабочей программы, *доцент*
«24» ___04___2023 г.

Е.Л. Рыжова