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*

«ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА» Б1.Б.24

для специальности

23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

по специализации

«Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование»

 Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург

2019



**1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОСВО, утверждённым 11 августа 2016г., приказ № 1022 по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», по дисциплине Б1.Б.24 «Термодинамика и теплопередача».

Целью преподавания дисциплины «Термодинамика и теплопередача» 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 поставленной цели решались следующие задачи:

* Изучить основные законы, термодинамические процессы, виды и способы передачи тепловой энергии;
* Дать знания по основам математического моделирования теплотехнических задач и способах 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;

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются:

 приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**ЗНАТЬ**:

* основные законы термодинамики и теплопередачи;
* закономерности взаимного превращения механической и тепловой энергий в термодинамических системах, а также о видах и способах передачи теплоты в твердых телах, жидкостях и газах;
* конструктивные особенности технического оборудования, используемого в теплоэнергетике.

**УМЕТЬ:**

- применять методы расчета тепловых процессов при конструировании простейших элементов энерготехнологических установок, аппаратов и систем.

**ВЛАДЕТЬ:**

- методами интенсификации процессов теплообмена для улучшения характеристик тепломеханического оборудования, которое будет использоваться в будущей профессиональной деятельности.

Приобретенные знания, умения, навыки и/или опыт деятельности, характеризующие формирование компетенций, осваиваемые в данной дисциплине, позволяют решать профессиональные задачи, приведенные в соответствующем перечне по видам профессиональной деятельности в п. 2.4 основной профессиональной образовательной программы (ОПОП)

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих **профессиональных компетенций (ПК)**:

**Проектно-конструкторская деятельность:**

- способностью определять способы достиженияцелей проекта, выявлять приоритеты решения задач при производстве, модернизации и ремонте наземных транспортно-технологических средств, их технологического оборудования и комплексов на их базе(ПК-4).

Область профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведена в п. 2.1 ОПОП.

Объекты профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведены в п. 2.2 ОПОП.

**3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина «Термодинамика и теплопередача» Б1.Б.24 относится к базовой части и является обязательной дисциплиной обучающегося.

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Для очной формы обучения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр |
| 4 |
| Контактная работа (по видам учебных занятий) | 50 | 50 |
| В том числе: |  |  |
|         лекции (Л) | 36 | 36 |
|         практические занятия (ПЗ) | - | - |
|         лабораторные работы (ЛР) | 18 | 18 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 45 | 45 |
| Контроль  | 9 | 9 |
| Форма контроля знаний | Зачет | Зачет |
|
| Общая трудоёмкость: час / з.е. | 108/3 | 108/3 |

Для заочной формы обучения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид учебной работы | Всего часов | Курс |
| 2 |
| Контактная работа (по видам учебных занятий) | 12 | 12 |
| В том числе: |  |  |
|         лекции (Л) | 8 | 8 |
|         практические занятия (ПЗ) | - | - |
|         лабораторные работы (ЛР) | 4 | 4 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 92 | 92 |
| Контроль  | 4 | 4 |
| Форма контроля знаний | КЛР, Зачет | КЛР, Зачет |
|
| Общая трудоёмкость: час / з.е. | 108/3 | 108/3 |

**5. Содержание и структура дисциплины**

5.1 Содержание дисциплины

| **№** **п/п** | **Наименование раздела** **дисциплины** | **Содержание раздела** |
| --- | --- | --- |
| 1 | Идеальный газ. Первый закон термодинамики. | 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. |
| 2 | Второй закон термодинамики. Процессы идеального газа. | Второй закон термодинамики. Аналитическое выражение II закона термодинамики. Понятие энтропии. Процессы идеального газа: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный и политропные процессы. |
| 3 | Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух | Реальные газы: водяной пар. Фазовые Р-Т, Р-υ, Т-S и Н-S диаграммы. Таблицы воды и водяного пара. Энтропия и энтальпия пара и жидкости. Определение параметров воды и пара. Влажный воздух. Нd-диаграмма влажного воздуха. Определение параметров влажного воздуха. |
| 4 | Круговые процессы. Циклы. | Круговые процессы. Циклы. Цикл Карно. Идеальные циклы поршневых ДВС. Двигатели внутреннего сгорания (ДВС). двухтактные и четырехтактные ДВС. Индикаторная диаграмма ДВС. |
| 5 | Газоподающие машины. Холодильные установки. | Газоподающие машины. Компрессоры и вентиляторы. Компрессорные машины. Одноступенчатые и многоступенчатые компрессоры. Механический кпд компрессора. Холодильные установки. Тепловые насосы. |
| 6 | Виды теплообмена. Теплопроводность. | 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. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Плоские однослойные и многослойные стенки. Цилиндрические одно- и многослойные стенки. Шаровая стенка. |
| 7 | Конвективный и лучистый теплообмен. | 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. 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. |
| 8 | Сложный теплообмен. Теплопередача. Теплообменные аппараты. | Сложный теплообмен. Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Способы интенсификации теплообмена. теплопередача через оребренную стенку. Теплообменные аппараты. Классификация теплообменных аппаратов: рекуперативные, регенеративные, смесительные и с внутренними источниками энергии. Рекуперативные теплообменники. Расчет рекуперативных теплообменных аппаратов. |

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Наименование раздела дисциплины | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| 1 | Идеальный газ. Первый закон термодинамики. | 4 | 2 | - | 4 |
| 2 | Второй закон термодинамики. Процессы идеального газа. | 4 | 2 | - | 5 |
| 3 | Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух | 4 | 2 | - | 4 |
| 4 | Круговые процессы. Циклы. | 4 | 2 | - | 6 |
| 5 | Газоподающие машины. Холодильные установки. | 4 | 2 | - | 5 |
| 6 | Виды теплообмена. Теплопроводность. | 4 | 2 | - | 6 |
| 7 | Конвективный и лучистый теплообмен. | 6 | 2 | - | 7 |
| 8 | Сложный теплообмен. Теплопередача. Теплообменные аппараты. | 6 | 4 | - | 8 |
| Итого | 36 | 18 | 0 | 45 |

Для заочной формы обучения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Наименование раздела дисциплины | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| 1 | Идеальный газ. Первый закон термодинамики. | 1 | - | - | 10 |
| 2 | Второй закон термодинамики. Процессы идеального газа. | 1 | - | - | 12 |
| 3 | Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух. | 1 | 1 | - | 12 |
| 4 | Круговые процессы. Циклы. | 1 | - | - | 12 |
| 5 | Газоподающие машины. Холодильные установки. | 1 | - | - | 10 |
| 6 | Виды теплообмена. Теплопроводность. | 1 | 1 | - | 12 |
| 7 | Конвективный и лучистый теплообмен. | 1 | 1 | - | 12 |
| 8 | Сложный теплообмен. Теплопередача. Теплообменные аппараты. | 1 | 1 | - | 12 |
| Итого | 8 | 4 | 0 | 92 |

**6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№****п/п** | **Наименование раздела** | **Перечень учебно-методического обеспечения** |
| 1 | Идеальный газ. Первый закон термодинамики. | 1. Крылов В.И. «Теплотехника» Конспект лекций. СПб.: ПГУПС, 2013г. – 71с.
2. Баскаков А.П. «Теплотехника» М.: Бастет, 2010г. – 325с.
3. Киселев И.Г., Крылов Д.В. Тепловой расчет рекуперативных теплообменных аппаратов. СПб.: ПГУПС, 2012г. – 18 с.
 |
| 2 | Второй закон термодинамики. Процессы идеального газа. |
| 3 | Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух |
| 4 | Круговые процессы. Циклы. |
| 5 | Газоподающие машины. Холодильные установки. |
| 6 | Виды теплообмена. Теплопроводность. |
| 7 | Конвективный и лучистый теплообмен. |
| 8 | Сложный теплообмен. Теплопередача. Теплообменные аппараты. |

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры «Теплотехника и теплосиловые установки» и утвержденным заведующим кафедрой.

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, нормативно-правовой документации и других изданий, необходимых для освоения дисциплины**

8.1. Перечень основной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

|  |
| --- |
| 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. |

8.2. Перечень дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

|  |
| --- |
| 1.Кудинов В.А., Карташов Э.М. «Техническая термодинамика», М.2000 г. |
| 2. Крутов В.И., Шишов В.Н. «Лабораторный практикум по технической термодинамике», М.1998 г.- 216с |
| 3. Сборник задач по технической термодинамике/ Т.Н. Андрианова и др. - 4-е изд. - М.: Издательство МЭИ. 2000 - 354 с. |
| 4.Ривкин С.Л. Термодинамические свойства газов. - 4-е изд. - М.: Энергоатомиздат, 1987 - 287 с |
| 5.Александров А.А., Григорьев. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара - М.: Издательство МЭИ, 1999 -162 с |
| 6.Александров А.А. Расчет термодинамических процессов идеального газа. - М.: МЭИ, 1988-44с7. Кирилин В.А."Техническая термодинамика" М.: Издательство МЭИ, 2008 г. – 496с.8. Никольский Д.В., Кудрин М.Ю., Краснов А.С. Техническая термодинамика. Методические указания к выполнению лабораторных работ / СПб.: ПГУПС. 2011.- 42 с. |

8.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

Не предусмотрено

8.4 Другие издания, необходимые для освоения дисциплины

1. Никольская О.К., Никольский Д.В., Кудрин М.Ю., Краснов А.С. Техническая термодинамика. Методические указания к выполнению лабораторных работ / СПб.: ПГУПС. 2011.- 42 с.

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Промышленный портал Complexdoc [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.complexdoc.ru/, свободный

**10. 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 с помощью учебно-методического обеспечения, приведенного в разделах 6, 8 и 9 рабочей программы.
2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем (см. фонд оценочных средств по дисциплине).
3. По итогам текущего контроля по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. фонд оценочных средств по дисциплине)».

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»:

- технические средства (персональные компьютеры, проектор, акустическая система);

- методы обучения с использованием информационных технологий (демонстрация мультимедийных материалов).

Кафедра «Теплотехника и теплосиловые установки» обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

- Microsoft Windows 7;

- Microsoft Word 2010;

- Microsoft Excel 2010;

- MicrosoftPowerPoint 2010;

## 12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Она содержит:

помещения для проведения лекционных занятий, укомплектованной стационарным и переносным проектором;

помещения для проведения лабораторных и практических работ с необходимым лабораторным оборудованием»

 Разработчик программы

 к.т.н., доцент

 «18» апреля 2019 г. В.И. Крылов

**Приложение**

ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа по дисциплине «Термодинамика и теплопередача» (Б2.Б.24) актуализирована без изменений.