ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Петербургский государственный университет путей сообщения

Императора Александра I»

(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Теплотехника и теплосиловые установки»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

*дисциплины*

«СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕРМОДИНАМИКИ» (Б1.В.ДВ.5.2)

для направления

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

по профилю

«Промышленная теплоэнергетика»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург

2018



**1. Цели и задачи дисциплины**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО, утверждённым 01 октября 2015г., приказ № 1081 по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», по дисциплине Б1.В.ДВ.5.2 «Специальные вопросы термодинамики».

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 планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

В результате изучения дисциплины студент должен:

**ЗНАТЬ**:

- законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации теплоты;

- калорические и переносные свойства веществ применительно к рабочим телам тепловых машин и теплоносителям;

- термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплотехнических установках;

-условия термодинамической устойчивости системы.

**УМЕТЬ:**

- осуществлять термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД;

- использовать математический аппарат термодинамики;

- анализировать поведение простейших термодинамических систем.

**ВЛАДЕТЬ:**

- основами термодинамического анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определения параметров их работы, тепловой эффективности

-математическим аппаратом термодинамики

-навыками использования знаний для анализа простейших термодинамических систем.

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих**профессиональных компетенций (ПК**) соответствующих виду профессиональной деятельности, на который ориентирована программа бакалавриата:

**расчетно-проектная и проектно-конструкторская деятельность:**

- способностьюучаствовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией (ПК-1);

- способностьюпроводить расчёты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием (ПК-2).

**научно-исследовательская деятельность:**

- способность к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата (ПК-4).

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

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

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

Дисциплина «Специальные вопросы термодинамики» Б1.В.ДВ.5.2 относится к вариативной части и является дисциплиной по выбору обучающегося.

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

Для очной формы обучения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр |
| 6 |
| Контактная работа (по видам учебных занятий) | 32 | 32 |
| В том числе: |  |  |
|         лекции (Л) | 16 | 16 |
|         практические занятия (ПЗ) | 16 | 16 |
|         лабораторные работы (ЛР) | - | - |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 40 | 40 |
| Контроль | - | - |
| Форма контроля знаний | Зачёт | Зачёт |
|
| Общая трудоёмкость: час / з.е. | 72/2 | 72/2 |

Для заочной формы обучения:

| Вид учебной работы | Всего часов | Курс |
| --- | --- | --- |
| 3 |
| Контактная работа (по видам учебных занятий) | 8 | 8 |
| В том числе: |  |  |
|         лекции (Л) | 4 | 4 |
|         практические занятия (ПЗ) | 4 | 4 |
|         лабораторные работы (ЛР) | - | - |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 60 | 60 |
| Контроль | 4 | 4 |
| Форма контроля знаний | Зачёт | Зачёт |
|
| Общая трудоёмкость: час / з.е. | 72/2 | 72/2 |

**5. Содержание и структура дисциплины**

5.1 Содержание дисциплины

| **№**  **п/п** | **Наименование раздела**  **дисциплины** | **Содержание раздела** |
| --- | --- | --- |
| 1 | Энтропия. | Понятие об энтропии. История возникновения понятия энтропии. Энтропия в неравновесной термодинамике. |
| 2 | Термодинамический потенциал | Понятие термодинамических потенциалов. Метод термодинамических потенциалов или метод характеристических Гиббса. Термодинамические потенциалы и максимальная работа.Каноническое уравнение состояния.Переход от одних термодинамических потенциалов к другим. Метод термодинамических потенциалов. Системы с переменным числом частиц. Большой термодинамический потенциал. Потенциалы и термодинамическое равновесие. |
| 3 | Химическая термодинамика | Классификация систем и химических реакций. Основное уравнение первого закона термодинамики, максимальная теплота. Закон Гесса. Второй закон термодинамики, химическое равновесие. Тепловая теорема Нернста и её следствия. |
| 4 | Термодинамика потоков | Уравнение первого закона для потока и его анализ. Энергетически изолированный поток. Параметры заторможенного потока и их определение. Опытное изменение температуры, давления и скорости потока. Связь скорости потока с параметрами состояния. Течение газа в соплах и диффузорах, переход через скорость звука. Критические параметры при течении газов и паров. Дросселирование газов и паров. Изменение параметров в процессе дросселирования. Определение дифференциального и интегрального дроссель-эффекта. Температура инверсии. Изображение процесса дросселирования в h-S диаграмме. Практическое применение процесса дросселирования. |

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование раздела дисциплины | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| 1 | Энтропия. | 4 | - | 4 | 10 |
| 2 | Термодинамический потенциал | 4 | - | 4 | 10 |
| 3 | Химическая термодинамика | 4 | - | 4 | 10 |
| 4 | Термодинамика потоков | 4 | - | 4 | 10 |
| Итого | | 16 | - | 16 | 40 |

Для заочной формы обучения:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование раздела дисциплины | Л | ЛР | ПЗ | СРС |
| 1 | Энтропия. | 1 | - | 1 | 10 |
| 2 | Термодинамический потенциал | 1 | - | 1 | 10 |
| 3 | Химическая термодинамика | 1 | - | 1 | 20 |
| 4 | Термодинамика потоков | 1 | - | 1 | 20 |
| Итого | | 4 | - | 4 | 60 |

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

| **№**  **п/п** | **Наименование раздела** | **Перечень учебно-методического обеспечения** |
| --- | --- | --- |
| 1 | Энтропия. | 1. «СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕРМОДИНАМИКИ» (Б1.В.ДВ.5.2) МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ по направлению подготовки по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Промышленная теплоэнергетика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sdo.pgups.ru/ (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).  2. «СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕРМОДИНАМИКИ» (Б1.В.ДВ.5.2) МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ по направлению подготовки по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Промышленная теплоэнергетика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sdo.pgups.ru/ (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация). |
| 2 | Термодинамический потенциал |
| 3 | Химическая термодинамика |
| 4 | Термодинамика потоков |

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

Фонд оценочных средств по дисциплине «Специальные вопросы термодинамики» 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. В.А. Кирилиллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин "Техническая термодинамика" М.: Издательство МЭИ, 2008 г. – 496с |

8.2. Перечень дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

|  |
| --- |
| 1. Кудинов В.А., Карташов Э.М. «Техническая термодинамика», М.2000 г. |
| 1. Крутов В.И., Шишов В.Н. «Лабораторный практикум по технической термодинамике», М.1998 г.- 216с. |
| 1. Техническая термодинамика: /Учебник // Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. - 4-е изд., перераб - М.: Энергоатомиздат, 1983,- 416 с |
| 1. Сборник задач по технической термодинамике/ Т.Н. Андрианова и др. - 4-е изд. - М.: Издательство МЭИ. 2000 - 354 с |
| 1. Нащокин В.В. «Техническая термодинамика и теплопередача», М.1969 г – 497с. |
| 1. Зубарев В.Н., Александров А.А., Охотин B.C. Практикум по технической термодинамике - М.: Энергоатомиздат, 1986 - 304 с |
| 1. Ривкин С.Л. Термодинамические свойства газов. - 4-е изд. - М.: Энергоатомиздат, 1987 - 287 с |
| 1. Александров А.А., Григорьев. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара - М.: Издательство МЭИ, 1999 -162 с |
| 1. Александров А.А. Расчет термодинамических процессов идеального газа. - М.: МЭИ, 1988-44с |

8.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

Не предусмотрено

8.4 Другие издания, необходимые для освоения дисциплины

1. «СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕРМОДИНАМИКИ» (Б1.В.ДВ.5.2) МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ по направлению подготовки по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Промышленная теплоэнергетика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sdo.pgups.ru/ (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

2. «СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕРМОДИНАМИКИ» (Б1.В.ДВ.5.2) МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ по направлению подготовки по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Промышленная теплоэнергетика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sdo.pgups.ru/ (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

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

1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sdo.pgups.ru/ (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).
2. Профессиональные справочные системы Техэксперт – электронный фонд правовой и нормативно – технической документации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cntd.ru/>, свободный – Загл. с экрана;

3. Электронно – библиотечная система ЛАНЬ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://e.lanbook.com>. Загл. с экрана.

**10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведённом в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины с помощью учебно-методического обеспечения, приведённого 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:

* технические средства (компьютер/ноутбук, проектор);
* методы обучения с использованием информационных технологий (демонстрация мультимедийных материалов);
* электронная информационно – образовательная среда Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru>. (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

Дисциплина обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения, установленного на технических средствах, размещенных в специальных помещениях и помещениях для самостоятельной работы в соответствии с утвержденными расписаниями учебных занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы. Перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем приведены в Паспортах аудиторий/помещений.

## 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 направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Она содержит специальные помещения: учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (в соответствии с утвержденными расписаниями учебных занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы).

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Специальные помещения для проведения лабораторных работ укомплектованы специализированной учебно – лабораторной мебелью, лабораторным оборудованием, лабораторными стендами, специализированными измерительными средствами в соответствии с перечнем лабораторных работ.

Для проведения занятий лекционного типа используется демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей учебной программе дисциплины, рассмотренное на заседании кафедры и утвержденное заведующим кафедрой.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Разработчик программы,  к.т.н., доцент  «24» 04 2018 г. | img536 | Д.В. Никольский |