***Федеральное агентство по рыболовству***

***Федеральное государственное бюджетное образовательное***

***учреждение высшего образования***

***«Астраханский государственный технический университет»***

 **Система менеджмента качества в области образования, воспитания, науки и инноваций сертифицирована DQS**

**по международному стандарту ISO 9001:2015**

## Институт морских технологий, энергетики и транспорта

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **УТВЕРЖДАЮ**:Директор Института,к.т.н., доцент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.В. ТитовРассмотрено на Учебно-методическом совете, протокол № 11 от « 29 » 05 2018г. |

# Рабочая программа дисциплины

# Термодинамика и теплопередача

Направление подготовки

***18.03.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы химической технологии, нефтехимии и биотехнологии***

Профиль (направленность, специализация) подготовки

***"Машины и аппараты химических производств"***

Квалификация (степень) выпускника

***Бакалавр***

Форма обучения

***Очная, заочная***

|  |  |
| --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО:д.т.н. зав. каф. «Технологические машины и оборудование»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Ю.А. Максименко«\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2018г. | Автор: к.т.н. доцент кафедры«Теплоэнергетика и холодильные машины»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А. Н. ГлуховПрограмма рекомендована кафедрой «Теплоэнергетика и холодильные машины»Протокол № 8 от «11» 05 2018 г.Зав.кафедрой «Теплоэнергетика и холодильные машины», к.т.н., доцент\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Р.А. Ильин |

Астрахань – 2018

1. **Планируемые результаты обучения по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код** | **Определение** | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), отнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы |
| Знать | Уметь | Владеть навыками и (или) иметь опыт |
| ПК-1 | Способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции | Основные законы и расчетные соотношения термодинамики и теплопередачи; назначение, составы и свойства рабочих тел тепловых двигателей и холодильных машин; основы определения термодинамических и теплофизических свойств газов, жидкостей и твердых тел; принципы работы теплоэнергетических и теплообменных установок; особенности тепловых процессов энерготехнологического оборудования | Уметь рассчитывать и анализировать термодинамические процессы в технологическом оборудовании; рассчитывать и анализировать температурные режимы эксплуатации технологического оборудования. | Владеть методиками составления энергетических и тепловых балансов энерго- технологических процессов в химической технологии; методами расчета тепловых режимов систем и оборудования; способами прогнозирования теплового режима работы технологического оборудования. |

1. **Место дисциплины в структуре ОП**

|  |  |
| --- | --- |
| Цикл (раздел) ОП, к которому относится данная дисциплина (модуль): | *Базовая частьБ1.Б.10 –направления подготовки 18.03.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы химической технологии, нефтехимии и биотехнологии* |
| Описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частям ОП (дисциплинами (модулями), практиками): | *История Физика, Философия, Информатика, Экология, Общая и неорганическая фимия.* |
| Компетенции, сформированные у обучающихся до начала изучения дисциплины (модуля)[[1]](#footnote-1): |  |
| Требования к «входным» знаниям, умениям и готовностям обучающегося, необходимым при освоении данной дисциплины (модуля)[[2]](#footnote-2): | \_\_\_\_ |
| Теоретические дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: | *Теоретические основы энергосберегающих технологий, Процессы и аппараты защиты окружающей среды, Процессы и аппараты химических технологий, Общая химическая технология, Основы автоматизированного проектирования технологических систем, Конструирование и расчет элементов, оборудования химических производств, Системный анализ химико-технологических процессов, Технологическое оборудование химических производств, Математическое моделирование в технике и технологии, Основы математического моделирования химико-технологических процессов, Основы научных исследований, Основы проектирования аппаратов, Теоретические основы энергосберегающих технологий, Технологическое оборудование химических производств, подготовке к сдаче государственного экзамена и выпускной квалификационной работы.* |

1. **Структура, содержание, объем (трудоёмкость) дисциплины (модуля)**
	1. **Для очной формы обучения**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет \_3\_ зачетных единиц, 108 часов; в том числе на контактную работу обучающихся с преподавателем (далее - аудиторная работа по видам) \_36\_ часов (лекций 18, лабораторные работы 18), на внеаудиторную самостоятельную работу обучающегося (далее внеаудиторная СРС) 36 часов, в т.ч. 36 часов на контроль.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) | Семестр | Неделя | Контактнаяработа по видам учебной работы | Внеаудиторная СРС | Образовательные технологии | Формытекущего контроляуспеваемости |
| Лек | Лаб | Пр |
| 1 | *Основы технической термодинамики\**. *Уравнение состояния идеального газа*\* Рабочие вещества. Идеальный газ, реальные газы. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энтропия. *p-v* и *T-s* диаграммы параметров состояния. Теплоемкость. Теплота и работа. Равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые процессы. Первый закон термодинамики. | 3 | 1 | 2 |  |  | 2 | лекция - диск-сия, тренинг | устный опрос |
| 2 | Экспериментальное изучение процессов адиабатного истечения воздуха через суживающееся сопло | 3 | 2 |  | 2 |  | 2 | консультации для вып-ения лабораторной работы | отчет по лабораторной работе |
| 3 | Смеси рабочих веществ и параметры смесей. Средняя и истинная теплоемкости. Теплоемкости смеси идеальных газов. *Теплоемкость газов\*.*Частные и общие случаи политропных процессов и их изображение в диаграммах параметров состояния *p-v* и *T-s*. Зависимости между параметрами состояния, уравнения для теплоты, работы, внутренней энергии и энтропии в процессах. Графический анализ термодинамических процессов. | 3 | 3 | 2 |  |  | 2 | лекция - диск-сия, тренинг | устный опрос |
| 4 | Исследование процесса изотермического расширения и сжатия газа | 3 | 4 |  | 2 |  | 2 | консультации для вып-ения лабораторной работы | отчет по лабораторной работе |
| 5 | *Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах\*.Термодинамические процессы реальных газов\*.* Дифференциальные уравнения термодинамики. Обратимые и необратимые циклы. Прямые и обратные циклы. Термический КПД цикла. Термодинамический анализ политропного процесса с помощью диаграммы p-v | 3 | 5 | 2 |  |  | 2 | лекция – диск-сия, тренинг | устный опрос |
| 6 | Определение теплоемкости жидкости методом нагрева потока жидкости | 3 | 6 |  | 2 |  | 2 | дискуссия, тренинг, консультации для вып-ения лабораторной работы | отчет по лабораторной работе |
| 7 | *Уравнение первого закона термодинамики для потока.*\* Методы анализа термодинамических циклов (математический, энергетический, эксергетический, графический). Цикл Карно *Общая формулировка второго закона.\**. | 3 | 7 | 2 |  |  | 2 | лекция - диск-сия, тренинг | устный опрос |
| 8 | Определение вязкости жидкости при различной температуре по теории ламинарного течения | 3 | 8 |  | 2 |  | 2 | дискуссия, тренинг, консультации для вып-ения лабораторной работы | отчет по лабораторной работе |
| 9 | *Эффективность циклов тепловых установок.*\* Газовые циклы. Схемы и принцип работы ДВС. Термодинамические циклы ДВС в *p-v* и *T-s* диаграммах. Термический КПД и основные характеристики циклов двигателей. | 3 | 9 | 2 |  |  | 2 | лекция - диск-сия, тренинг | устный опрос |
| 10 | Определение передаваемой тепловой мощности теплообменника типа «труба в трубе» в зависимости от схемы движения теплоносителя | 3 | 10 |  | 2 |  | 2 | дискуссия, тренинг, консультации для вып-ения лабораторной работы | отчет по лабораторной работе |
| 11 | Исследование процесса изотермического сжатия и расширения газа. Процессы сжатия воздуха в одноступенчатом и многоступенчатом компрессорах. Условия работы многоступенчатого компрессора. Работа и мощность на привод компрессора. | 3 | 11 | 2 |  |  | 2 | лекция - диск-сия, тренинг | устный опрос |
| 12 | Определение коэффициента теплопередачи при движении жидкости в трубе при различных скоростях течения | 3 | 12 |  | 2 |  | 2 | дискуссия, тренинг, консультации для вып-ения лабораторной работы | отчет по лабораторной работе |
| 13 | *Теплопередача.*\* Теплопроводность при стационарном режиме однослойной, многослойной плоской и цилиндрической стенки и тел произвольной формы | 3 | 13 | 2 |  |  | 2 | лекция - диск-сия, тренинг | устный опрос |
| 14 | Определение коэффициента теплопередачи жидкости в трубе при различных скоростях течения | 3 | 14 |  | 2 |  | 2 | консультации для вып-ения лабораторной работы | отчет по лабораторной работе |
| 15 | *Конвекционный теплообмен\*.* Коэффициент теплоотдачи. *Описание процесса излучением Теплообмен излучением.* \*Закон Стефана-Больцмана. Описание процесса излучения Теплообмен излучением Теплообмен излечением между параллельно и произвольно расположенными телами.  | 3 | 15 | 2 |  |  | 2 | лекция - диск-сия, тренинг | устный опрос |
| 16 | Определение коэффициента теплопередачи жидкости в трубе при различных скоростях течения | 3 | 16 |  | 2 |  | 2 | консультации для вып-ения лабораторной работы | отчет по лабораторной работе |
| 17 | *Теплообмен излучением\*.* Теплопередача. Сложный теплообмен. Коэффициент теплопередачи. *Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах\*.* | 3 | 17 | 2 |  |  | 2 | лекция - диск-сия, тренинг | устный опрос |
| 18 | Экспериментальное определение удельной теплоемкости методом регулярного теплового режима. | 3 | 18 |  | 2 |  | 2 | дискуссия, тренинг, консультации для вып-ения лабораторной работы | отчет по лабораторной работе |
|  | Итого: |  |  | 18 | 18 |  | 36 |  |  |
|  | **Форма****промежуточной аттестации** | Экзамен |

*\* Курсив* – Темы занятийв соответствии с содержанием ООП.

* 1. **Для заочной формы обучения**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единиц, 108 часов; в том числе на контактную работу обучающихся с преподавателем (далее - аудиторная работа по видам) \_14 часов, (лекций 8, лабораторные работы 6) на внеаудиторную самостоятельную работу обучающегося (далее внеаудиторная СРС) 85 часов, в т.ч. 9 часов на контроль.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) | Семестр[[3]](#footnote-3) | Неделя[[4]](#footnote-4) | Аудиторнаяработа по видам[[5]](#footnote-5)  | Внеаудиторная СРС | Образовательные технологии | Формы текущего контроля успеваемости |
| Лек. | Лаб. | Пр. |
| 1 | *Основы технической термодинамики\**. *Уравнение состояния идеального газа*\* Рабочие вещества. Идеальный газ, реальные газы. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энтропия. *p-v* и *T-s* диаграммы параметров состояния. Теплоемкость. | номер семестра регламентируется учебным планом | номер недели регламентируется учебным планом | 2 |  |  | 12 | лекция - диск-сия, тренинг | устный опрос |
| 3 | Экспериментальное изучение процессов адиабатного истечения воздуха через суживающееся сопло |  | 1 |  | 2 | дискуссия, тренинг, консультации для вып-ения лабораторной работы | отчет по лабораторной работе |
| 2 | *Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах\*.Термодинамические процессы реальных газов\*.* Дифференциальные уравнения термодинамики. Обратимые и необратимые циклы. Прямые и обратные циклы. Термический КПД | 2 |  |  | 12 | лекция - диск-сия, тренинг | устный опрос |
| 3 | Исследование процесса изотермического расширения и сжатия газа |  | 1 |  | 2 | дискуссия, тренинг, консультации для вып-ения лабораторной работы | отчет по лабораторной работе |
| 4 | *Уравнение первого закона термодинамики для потока.*\* Методы анализа термодинамических циклов (математический, энергетический, эксергетический, графический). Цикл Карно *Общая формулировка второго закона.* | 1 |  |  | 12 | лекция - диск-сия, тренинг | устный опрос |
| 5 | Определение теплоемкости жидкости методом нагрева потока жидкости |  | 1 |  | 2 | дискуссия, тренинг, консультации для вып-ения лабораторной работы | отчет по лабораторной работе |
| 6 | *Эффективность циклов тепловых установок.*\* Газовые циклы. Схемы и принцип работы ДВС. Термодинамические циклы ДВС в *p-v* и *T-s* диаграммах. Термический КПД и основные характеристики циклов двигателей. | 1 |  |  | 12 | лекция - диск-сия, тренинг | устный опрос |
| 7 | Определение вязкости жидкости при различной температуре по теории ламинарного течения |  | 1 |  | 2 | дискуссия, тренинг, консультации для вып-ения лабораторной работы | отчет по лабораторной работе |
| 8 | *Теплопередача.*\* Теплопроводность при стационарном режиме однослойной, многослойной плоской и цилиндрической стенки | 1 |  |  | 12 | лекция - диск-сия, тренинг | устный опрос |
| 9 | Определение коэффициента теплопередачи при движении жидкости в трубе при различных скоростях течения |  | 1 |  | 2 | дискуссия, тренинг, консультации для вып-ения лабораторной работы | отчет по лабораторной работе |
| 10 | *Теплообмен излучением\*.* Теплопередача. Сложный теплообмен. Коэффициент теплопередачи. *Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах\*.* | 1 |  |  | 13 | лекция - диск-сия, тренинг | устный опрос |
| 11 | Определение передаваемой тепловой мощности теплообменника типа «труба в трубе» в зависимости от схемы движения теплоносителей |  | 1 |  | 2 | дискуссия, тренинг, консультации для вып-ения лабораторной работы | отчет по лабораторной работе |
|  | Итого: | 8 | 6 |  | 85 |  |  |
|  | **Форма** **промежуточной аттестации** | экзамен |  |

1. **Программа и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**
	1. **Для очной формы обучения**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), осваиваемое обучающимся в ходе СР | Семестр | Неделя | Виды СРС и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы  |
| Учебные задания для самостоятельной работы | Учебно-методическое обеспечение СРС |
| Аудиторная СРС | Внеаудиторная СРС |
| *1* | Экспериментальное изучение процессов адиабатного истечения воздуха через суживающееся сопло | 3 |  | выполнить лр. отчет по лр. | подготовка к лр. | Методические указания к выполнению лабораторной работы п. 7 РП |
| *2* | Техническая термодинамика; основные понятия и определения. Идеальный газ, реальные газыУравнение состояния идеального газа. Газовая постоянная идеального газа. Р-V и Т-S диаграммы.Теплота, работа, внутренняя энергия. Равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые процессыЗаконы темодинамики для открытых системПервый закон термодинамики. Теплоемкость. Теплоемкости смеси идеальных газов.Водяной пар. Степень сухости пара. Диаграммы Р-V и i-S и таблицы водяного пара. Энтальпия влажного пара и ее использование в расчетах. Процессы водяного параГазовая постоянная смеси идеальных газов. Таблицы термодинамических свойств веществ. Энтальпия.Частные и общие случаи политропных процессов и их изображение в Р-V и Т-S диаграммах. | 3 |  | Составить обзор по теме  | Подготовка к опросам по теме дисциплины | [1-3] п.7*а* Обязательная литература Рабочей программы,[1-5] п. 7*б* Дополнительная литература Рабочей программы, [1] п. 7*в* ресурсы «Интернет» Рабочей программы |
| *3* | Исследование процесса изотермического расширения и сжатия газа | 3 |  | выполнить лр. отчет по лр. | подготовка к лр. | Методические указания к выполнению лабораторной работы п. 7 РП |
| *4* | Зависимости между параметрами и уравнения для теплоты, работы, внутренней энергии и энтропии в процессах. Графический анализ процессовВторой закон термодинамики. Обратимые и необратимые циклы. Прямые и обратные циклы.Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые циклы. Прямые и обратные циклы.Термический КПД цикла и холодильный коэффициент. Цикл Карно.Энтропия. Физический смысл энтропии. Максимальная работа.Анализ высокотемпературных тепловыделяющих и теплоиспользующих установокСхемы и принципы работы ДВС. Термодинамический циклы ДВС.изобарного и смешанного сгорания в Р-V и T-S диаграммах. КПД и основные характеристики циклов. Эксергетический анализ циклов | 3 |  | Составить обзор по теме  | Подготовка к опросам по теме дисциплины | [1-3] п.7*а* Обязательная литература Рабочей программы,[1-5,] п. 7*б* Дополнительная литература Рабочей программы, [1] п. 7*в* ресурсы «Интернет» Рабочей программы |
| *5* | Расчет газового цикла (идеального газа) |  |  | 12(часов) Подготовка к контрольной работы (РГР) |  | Методические указания по выполнению РГРп. 7 РП |
| *6* | Определение теплоемкости жидкости методом нагрева потока жидкости | 3 |  | выполнить лр. отчет по лр. | подготовка к лр. | Методические указания к выполнению лабораторной работы п. 7 РП |
| *7* | Схемы и принципы работы газовых турбин. Циклы ГТУ. Регенеративнй цикл ГТУЭффективный КПД ГТУ.Процессы сжатия воздуха в одноступенчатом и многоступенчатом компрессорах. Условия работы многоступенчатого компрессора и определение числа ступеней. Определение работы и мощности на привод компрессора.Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Влажный воздух: свойства; i-d диаграмма; термодинамические процессыОсновы термодинамики потока (неравновесных процессов). Истечение жидкостей, паров и газов через сопла, насадки и отверстияАдиабатное течение идеального газа в суживающихся и расширяющихся каналах. Конфузоры и диффузоры. Истечение реальных газов и паров из сопел. Процессы в эжекторах | 3 |  | Составить обзор по теме  | Подготовка к опросам по теме дисциплины | [1-3] п.7*а* Обязательная литература Рабочей программы,[1-5] п. 7*б* Дополнительная литература Рабочей программы, [1] п. 7*г* ресурсы «Интернет» Рабочей программы |
| *8* | Определение вязкости жидкости при различной температуре по теории ламинарного течения | 3 |  | выполнить лр. отчет по лр. | подготовка к лр. | Методические указания к выполнению лабораторной работы п. 7 РП |
| *9* | Циклы паросиловых (теплосиловых) установок и их эффективность. Цикл ПСУ с перегревом пара, циклы регенеративный. Бинарный циклыНеобратимое расширение пара в турбине. Ступени турбины. Внутренний относительный КПД в турбине ПСУ. Парогазовые циклыЦиклы холодильных машин. Циклы тепловых насосов. Условия эффективного использованияСпособы теплообмена. Теплообмен при фазовых превращенияхЗначение теплообмена для технологических процессов переработки нефти, газа, и конденсата. Теплопроводность | 3 |  | Составить обзор по теме  | Подготовка к опросам по теме дисциплины | [1-3] п.7 *а* Обязательная литература Рабочей программы,[1-5] п. 7*б* Дополнительная литература Рабочей программы[1] п. 7 *г* ресурсы «Интернет» Рабочей программы |
| *10* | Определение коэффициента теплопередачи при движении жидкости в трубе при различных скоростях течения | 3 |  | выполнить лр. отчет по лр. | подготовка к лр. | Методические указания к выполнению лабораторной работы п. 7 РП |
| *11* | Определение передаваемой тепловой мощности теплообменника типа «труба в трубе» в зависимости от схемы движения теплоносителей | 3 |  | выполнить лр. отчет по лр. | подготовка к лр. | Методические указания к выполнению лабораторной работы п. 7 РП |

* 1. **Для заочной формы обучения** *(при наличии)*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), осваиваемое обучающимся в ходе самостоятельной работы | Семестр | Неделя | Виды СРС и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы  |
| Учебные задания для самостоятельной работы | Учебно-методическое обеспечение СРС |
| Аудиторная СРС | Внеаудиторная СРС |
| 1 | Экспериментальное изучение процессов адиабатного истечения воздуха через суживающееся сопло | номер семестра регламентируется учебным планом | номер недели регламентируется учебным планом | выполнить лр. отчет по лр. | подготовка к лр. | Методические указания к выполнению лабораторной работы п. 7 РП |
| 2 | Исследование процесса изотермического расширения и сжатия газа | выполнить лр. отчет по лр. | подготовка к лр. | Методические указания к выполнению лабораторной работы п. 7 РП |
| 3 | Расчет газового цикла (идеального газа) |  | 12(часов) Выполнение расчетно-графической работы (РГР) | конспекты лекций,Обязательная литература Рабочей программы,Дополнительная литература п. 7 РП |
| 4 | Определение теплоемкости жидкости методом нагрева потока жидкости | выполнить лр. отчет по лр. | подготовка к лр. | Методические указания к выполнению лабораторной работы п. 7 РП |
| 5 | Определение вязкости жидкости при различной температуре по теории ламинарного течения | выполнить лр. отчет по лр. | подготовка к лр. | Методические указания к выполнению лабораторной работы п. 7 РП |
| 6 | Определение коэффициента теплопередачи при движении жидкости в трубе при различных скоростях течения | выполнить лр. отчет по лр. | подготовка к лр. | Методические указания к выполнению лабораторной работы п. 7 РП |
| 7 | Определение передаваемой тепловой мощности теплообменника типа «труба в трубе» в зависимости от схемы движения теплоносителей | выполнить лр. отчет по лр. | подготовка к лр. | Методические указания к выполнению лабораторной работы п. 7 РП |
| 8 | *Основы технической термодинамики\**. *Уравнение состояния идеального газа*\**Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах \** | Составить обзор по теме  | Подготовка к опросам по теме дисциплины | конспекты лекций,Обязательная литература Рабочей программы,Дополнительная литература п. 7 РП |
| 9 | *Термодинамические процессы реальных газов\*.**Уравнение первого закона термодинамики для потока.* | Составить обзор по теме  | Подготовка к опросам по теме дисциплины | конспекты лекций,Обязательная литература Рабочей программы,Дополнительная литература п. 7 РП |
| 10 | Обратимые и необратимые циклы. Прямые и обратные циклы.Термический КПД цикла и холодильный коэффициент. Цикл Карно. Циклы ДВС газовой турбины | Составить обзор по теме  | Подготовка к опросам по теме дисциплины | конспекты лекций,Обязательная литература Рабочей программы,Дополнительная литература п. 7 РП |
| 11 | *Общая формулировка второго закона.**Эффективность циклов тепловых установок.**Теплопередача* | Составить обзор по теме  | Подготовка к опросам по теме дисциплины | конспекты лекций,Обязательная литература Рабочей программы,Дополнительная литература п. 7 РП |
| 12 | Циклы паросиловых (теплосиловых) установок и их эффективность. Цикл ПСУ с перегревом пара, циклы регенеративный. Бинарный циклыНеобратимое расширение пара в турбине. Ступени турбины. Внутренний относительный КПД в турбине ПСУ. | Составить обзор по теме  | Подготовка к опросам по теме дисциплины | конспекты лекций,Обязательная литература Рабочей программы,Дополнительная литература п. 7 РП |
| 13 | Теплопроводность при стационарном режиме однослойной, многослойной плоской и цилиндрической стенки | Составить обзор по теме  | Подготовка к опросам по теме дисциплины | конспекты лекций,Обязательная литература Рабочей программы,Дополнительная литература п. 7 РП |
| 14 | *Теплообмен излучением**Тепло- и массообмен в двухкомпонентных средах* | Составить обзор по теме  | Подготовка к опросам по теме дисциплины | конспекты лекций,Обязательная литература Рабочей программы,Дополнительная литература п. 7 РП |
| 15 | подготовка к экзамену«Вопросы к экзамену» № 1-37 из п. 6.3 | подготовка к экзамену «Вопросы к экзамену» № 1-37 из п. 6.3 | подготовка к экзамену «Вопросы к экзамену» № 1-37 из п. 6.3 | конспекты лекций,Обязательная литература Рабочей программы,Дополнительная литература РП |

1. **Рекомендации по реализации дисциплины (модуля) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

**5.1. Наличие соответствующих условий реализации дисциплины (модуля)**

Для обучающихсяиз числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления дисциплина (модуль) реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее - индивидуальных особенностей); обеспечивается соблюдение следующих общих требований: использование специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего такому обучающемуся необходимую техническую помощь, обеспечение доступа в здания и помещения, где проходит учебный процесс, другие условия, без которых невозможно или затруднено обучение по дисциплине (модулю).

**5.2. Обеспечение соблюдения общих требований**

При реализации дисциплины (модуля) на основании письменного заявления обеспечивается обучающегося соблюдение следующих общих требований: проведение занятий для студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся; присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего(их) обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей на основании письменного заявления; пользование необходимыми обучающимся техническими средствами с учетом их индивидуальных особенностей.

**5.3. Доведение до сведения обучающихся с ограниченными возможностями здоровья в доступной для них форме**

Все локальные нормативные акты АГТУ по вопросам реализации дисциплины (модуля) по данной доводятся до сведения обучающихся с ограниченными возможностями здоровья в доступной для них форме.

**5.4. Реализация увеличения продолжительности прохождения промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности для обучающегося с ограниченными возможностями здоровья**

Продолжительность прохождения промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности увеличивается по письменному заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья; продолжительность экзамена, проводимого в письменной форме увеличивается не менее чем на 0,5 часа; продолжительность подготовки обучающегося к ответу на экзамене, проводимом в устной форме, – не менее чем на 0,5 часа; продолжительность ответа обучающегося при устном ответе увеличивается не более чем на 0,5 часа

1. **Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

***Фонд оценочных средств представлен в приложении к рабочей программе.***

1. **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

а) основная литература:

1. Стоянов, Н.И. Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и тепломассообмен : учебное пособие / Н.И. Стоянов, С.С. Смирнов, А.В. Смирнова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2014. - 225 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457750 (27.10.2017).
2. Амирханов, Д.Г. Техническая термодинамика : учебное пособие / Д.Г. Амирханов, Р.Д. Амирханов ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» ; под ред. Е.И. Шевченко. - Казань : Издательство КНИТУ, 2014. - 264 с. : табл., граф., ил. - Библиогр.: с. 250. - ISBN 978-5-7882-1664-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428258 (27.10.2017).
3. Стоянов, Н.И. Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и тепломассообмен : учебное пособие / Н.И. Стоянов, С.С. Смирнов, А.В. Смирнова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2014. - 225 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457750 (27.10.2017).

б) дополнительная литература:

1. Овсянников М.К., Костылев И.И.Теплотехника: Техническая термодинамика и теплопередача: учебник для вузов — СПб.: Элмор, 1998. — 206с. (Кол. экз: 19)
2. **Галимова, Л.В., Гавлович Р.Ю.** Энергосберегающие технологии в холодильной технике. Энергоаудит: учеб. пособие/ Астрахан. гос. техн. ун-т / Астрахан. гос. техн. ун-т — Астрахань: Изд-во АГТУ, 2015. — 136с. . (Кол. экз: 79)
3. Теплотехника: учебник для вузов/ под ред. М.Г. Шатрова / под ред. М.Г. Шатрова — 2-е изд., испр. — М.: Академия, 2012. — 288с. (Кол. экз: 9)
4. **Кудинов, В.А., Карташов Э.М., Стефанюк Е.В.** Техническая термодинамика и теплопередача: учебник для вузов: для бакалавров—М.Юрайт, 2011. — 560с. — [Бакалавр]. (Кол. экз: 13)
5. Михатулин, Д.С., Полежаев Ю.В., Ревизников Д.Л. Тепломассообмен. Термохимическое и термоэрозионное разрушение тепловой защиты — М.: Янус-К, 2011. — 520с. (Кол. экз: 12)
6. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: Справочная серия: В 4 кн. / под общ. ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина. — 4-е изд.. — М.: Издательский дом МЭИ, 2007 — 564 с. (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн.2) (Кол. экз: 11)

***в) методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)***

7. Атдаев Д.И. Глухов А.Н. Методические указания к практической и самостоятельной работе по дисциплинам «Техническая термодинамика», «Теоретические основы теплотехники» (разделы «Термодинамика», «Теплотехника», «Теплопередача») и др., для бакалавров по техническим направлениям. АГТУ, Астрахань 2018 г. (Образовательный портал – http//portal.astu/org)

8. Глухов А.Н. Атдаев Д.И.«Лабораторный практикум по технической термодинамике и теплопередаче» для бакалавров по техническим направлениям Астрахань. АГТУ Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплинам «Техническая термодинамика», «Теоретические основы теплотехники» (разделы «Термодинамика», «Теплотехника», «Теплопередача») и др., Астрахань 2018 (Образовательный портал – http//portal.astu/org)

9. Ильин Р.А. Глухов А.Н. «Расчет газового цикла» Методические указания для выполнения расчетно-графической работы по дисциплинам «Техническая термодинамика», «Теоретические основы теплотехники» (разделы «Термодинамика», «Теплотехника», «Теплопередача») и др., для бакалавров по техническим направлениям АГТУ. Астрахань 2018 (Образовательный портал – http//portal.astu/org)

 ***г) периодическая литература:***

1. «Энергетик» - ежемесячный производственно-массовый журнал. Периодичность издания – 12 номеров/год. Москва. ISSN 0013-7278. Интернет адрес: [http://www.energetik.energy-journals.ru](http://www.energetik.energy-journals.ru/).

2. «Промышленная энергетика». Периодичность – 12 номеров/год. Москва. ISSN 0033-1155. Интернет адрес: [http://www.promen.energy-journals.ru](http://www.promen.energy-journals.ru/).

3. «Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики». Периодичность – 6 номеров/год. Казань. ISSN 1998-9903. Интернет адрес: <http://www.kgeu.ru/nauka/zhurnaly/ivuz-problemy-energetiki>.

5. «Химическое и нефтегазовое машиностроение» - ежемесячный международный научно-технический и производственный журнал. Периодичность – 12 номеров/год. Москва. ISSN 0023-1126. Интернет адрес: [http://www.himnef.ru](http://www.himnef.ru/).

6. «Энергосбережение и водоподготовка» - научно-технический журнал. Периодичность – 6 номеров/год. Москва. ISSN 1992-4658. Интернет адрес: [http://www.energija.ru](http://www.energija.ru/).

7. «Теплоэнергетика». Москва. Периодичность – 12 номеров/год. ISSN 0040-3636.

8. «Академия энергетики». Периодичность – 6 номеров/год. Москва. ISSN 1813-7881. Интернет адрес: [http://www.energoacademy.ru](http://www.energoacademy.ru/)

 **д) Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

***Специализированные и образовательные сайты***

| **№** | **Наименование электронного ресурса** | **Адрес сайта** | **Наименование организации-владельца** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | ЭБС «Университетская библиотека on-line» | http://[www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru/) | ЭБС «Университетская библиотека on-line» <http://biblioclub.ru> |
| 2 | Национальный цифровой ресурс «Руконт» (коллекция изданий Астраханского государственного технического университета) | http://www.rucont.ru | ОАО "Центральный коллектор библиотек "БИБКОМ" (г. Москва) |
| 3 | ЭБСelibrary(периодические издания) | http://elibrary.ru (елайбрери.ру) | ООО "РУНЭБ" (г. Москва) |

**е) Перечень информационных технологий, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем**

**Перечень информационных технологий, используемых в учебном процессе**

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование программного обеспечения** | **Назначение** |
| Образовательный портал Moodle | Образовательный портал АГТУ построен на обучающей виртуальной среде Moodle и доступен по адресу www.portal.astu.org из любой точки, имеющей подключение к сети Интернет, в том числе из локальной сети АГТУ. Образовательный портал АГТУ подходит как для организации online- классов, так и для традиционного обучения. Портал разделен на «открытую» (общедоступную) и «закрытую» части. Доступ к закрытой части осуществляется после предъявления персональной пары «логин-пароль» преподавателем или студентом. |
| [Электронно-библиотечная система](https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiC1LvIi97KAhXil3IKHdQwA_oQFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.iprbookshop.ru%2F&usg=AFQjCNH8TaYeB1epRUg2_scL9vXTt1nl8g&sig2=OOa0btEBEfYG7NJmMzIcUg) ФГБОУ ВО «АГТУ» | Обеспечивает доступ к электронно-библиотечным системам издательств, доступ к электронному каталогу книг, трудам преподавателей, учебно-методическим разработкам АГТУ, периодическим изданиям. Позволяет принимать участие в виртуальных выставках.  |
| Базы данных  | Полнотекстовая база данных ScienceDirect;Реферативная и наукометрическая база данных Scopus;Национальный цифровой ресурс «Руконт». |

***Перечень лицензионного учебного программного обеспечения***

| *Наименование* *программного обеспечения* | *Назначение* |
| --- | --- |
| Microsoft Open License Academic | Операционные система Windows 7 |
| AdobeReader (Открытое лицензионное соглашение GNU General Public License) | Программа для просмотра электронных документов |
| FoxitReader (Открытое лицензионное соглашение GNU General Public License) | Программа для просмотра электронных документов |
| GoogleChrome (Открытое лицензионное соглашение GNU General Public License) | Браузер |
| OpenOffice (Apache Software Foundation) | Программное обеспечение для работы с электронными документами |
| MathCad 14: срок действия лицензии – неограниченно, вид лицензии – «коммерческая». | Программа для расчетов и обработки данных |
| Opera (Открытое лицензионное соглашение GNU General Public License) | Браузер |
| 7-Zip (Открытое лицензионное соглашение GNU General Public License) | Свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных |
| WinDjView 2.1 (№2.32 в реестре) Открытое лицензионное оглашение GNU General Public License срок действия лицензии – Неограниченно, вид лицензии - Свободное. | Программа для просмотра электронных документов |
| Kaspersky Antivirus (№12 в реестре прикладного ПО) срок действия лицензии- 24.10.2019, вид лицензии – «Коммерческая». | Средство антивирусной защиты |

***Доступ к современным профессиональным базам данных***

***(в том числе международным реферативным базам данных научных изданий)***

***и информационным справочным системам***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование электронного ресурса** | **Адрес сайта** | **Наименование организации-владельца** |
| **1** | **2** | **3** |
| Web-ресурс «Научная библиотека АГТУ» | http://library.astu.org/ | ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет».  |
| ЭБС издательства Лань («Инженерные науки») | http://lanbook.com | ООО Издательство "Лань"  |
| ЭБС «Университетская библиотека on-line» | http://[www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) | Общество с ограниченной ответственностью «НексМедиа» (г. Москва)  |
| Национальная электронная библиотека | <http://нэб.рф/> | ФГБУ «Российская государственная библиотека» (г. Москва) |
| ЭБС elibrary(периодические издания) | http://elibrary.ru (елайбрери.ру) | ООО "РУНЭБ" (г. Москва)  |
| Полнотекстовая база национальных стандартов РФ в электронном виде в формате ИПС «Технорма» | Читальные залы (главный и 2-ой уч. корпуса) научной библиотеки университета | ООО «Глосис-Сервис» (г. Санкт-Петербург) |
| Информационно-правовой портал «ГАРАНТ» | Локальная сеть АГТУ | ООО НПП «Гарант-Сервис» |

Сведения об обновлении программного обеспечения представлены в локальной сети АГТУ по адресу \\172.20.20.20\Soft\Список Лицензий.pdf и на сайте АГТУ: <http://www.astu.org/Content/Page/5820>

**8 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

|  |  |
| --- | --- |
| Аудитория для проведения лекционных занятий, 2.112 (Татищева, 16, Литер С) | Рабочие места обучающихся: столы - 36 шт., стулья - 72 шт. (72 посадочных места).Рабочее место преподавателя: стол – 1 шт, стул – 1 шт. Доска меловая – 1 шт.Оборудование с подключением к сети Интернет: Ноутбук Acer Aspire 5612WLMi T2300E (1 Gb)/512/80/nV7300128mb/DVDRW видеопроектор TOSHIBA TLP-S40 (LCD, 1600), , экран для проектора Screen Media Gold view 150\*305\*229 см Matle White. |
| Аудитория для проведения лабораторных занятий, Гл.105(Татищева, 16, Литер В)  | Рабочие места обучающихся: столы - 40 шт., стулья - 80 шт. (80 посадочных мест).Рабочее место преподавателя: стол – 1 шт, стул – 1 шт. Доска меловая – 1 шт.Оборудование: Лабораторный комплекс "Теплотехника жидкости" ТПЖ-010-6ЛР-01 - 1 шт. Электронные плакаты "Техническая термодинамика" (CD диск) CD-ТрД-86-1шт. Лабораторный стенд по изучению термодинамических процессов газа - 1 шт.Экран настенный -1 шт. Кронштейн для крепления проектора - 1шт. Ноутбук -1шт. Проектор BenQ Projector MP522ST (DLP2000 люмен.100061) 1024х768 D-Sub RCA S-Video -1шт.  |
| Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, 2.101-А (Татищева, 16, Литер С)  | Рабочие места обучающихся: столы - 28 шт., стулья - 56 шт. (56 посадочных мест).Рабочее место преподавателя: стол – 1 шт, стул – 1 шт. Доска меловая – 1 шт. Оборудование с подключением к сети Интернет: Компьютер Ноутбук Acer Extensa 5235 (переносной). Проектор PHILIPS PicoPix (переносной). Экран для проектора – переносной. |
| Аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, 2.112(Татищева,16, Литер С) | Рабочие места обучающихся: столы - 36 шт., стулья - 72 шт. (72 посадочных места).Рабочее место преподавателя: стол – 1 шт, стул – 1 шт. Доска меловая – 1 шт. Доска мультимедийная – 1 шт. Сейф – 1 шт.Оборудование с подключением к сети Интернет:  Ноутбук Acer Aspire 5612WLMi T2300E (1 Gb)/512/80/nV7300128mb/DVDRW видеопроектор TOSHIBA TLP-S40 (LCD, 1600), , экран для проектора Screen Media Gold view 150\*305\*229 см Matle White. |
| Аудитории для проведения самостоятельной работы, 2.230 (Татищева, 16, Литер С) | Рабочие места обучающихся: столы - 48 шт., стулья - 96 шт. (96 посадочных мест).Рабочее место преподавателя: стол – 1 шт, стул – 1 шт. Оборудование с подключением к сети Интернет:ноутбук – 5 шт.  |
| Помещение для хранения и профилактического обслуживания оборудования, 2.115-Д (Татищева, 16, Литер С) | Стеллажи для хранения |
| Помещение для хранения и профилактического обслуживания оборудования, 2.115-Г (Татищева, 16, Литер С) | Рабочее место: стол металлический с тисками – 1 шт., шкаф для инструментов – 2 шт., стул – 1 шт., доска меловая – 1 шт.Оборудование: токарный станок – 1 шт., фрезерный станок – 1 шт., сверлильный станок – 1 шт., заточной станок – 1 шт., сварочный агрегат – 1 шт. |
| Помещение для хранения и профилактического обслуживания оборудования, 9.106 (Татищева, 16, Литер Т) | Рабочее место сотрудников: стол – 3 шт., стул – 5 шт.Оборудование:Компьютер в комплекте с cистемным блоком (DEPO, H81M, i3, 4GB, 500W, 1000Gb,DVD-RW,WinPro 10), монитором PHILIPS 21,5, клавиатурной Logitech K 100, мышкой А4Tech OP-620D - 2 шт. Компьютер FOX-6810BK 400W черный MB Asus P8H67-M LX/SI S1155. Мышь А4 Tech. Genius KB-110 Blac USB MONITOR BenQ 21.5 – 1 шт. Паяльная станция – 2 шт. Пылесос для оргтехники 3М - 1 шт. |
| Помещение для хранения и профилактического обслуживания оборудования, Гл.410 (Татищева, 16, Литер В) | Рабочие места сотрудников: столы на 6 посадочных мест, стулья – 6 шт. Оборудование для профилактическо- го обслуживания компьютерной тех- ники: Компьютер в комплекте с системным 24 блоком (InWin ENR-022BL, H81M, i3, 2GB,400W, 500Gb, DVD-RW, Win SL 8.1), монитором Aser 19,5" K202HQLb, клавиатурой Logitech K100, мышкой A4Tech OP-620D – 1шт. Компьютер в комплекте с системным блоком (Miditower SP Winard 3010 450 W, Gigabyte GA-H81M-S1, Intel Pentium G3250, 1TB Seagate Barracuda 7200 (ST1000DM003), Cooler Intel Original S1156/1155/1150 (Al), NCP DDR-III 4 GB), монитором PHILIPS 21,5" 223V5LSB клавиатурой Oklick 190M, мышкой Oklick 145M – 1шт. Компьютер FOX-6810BK 400W черный MB Asus P8H67-M LX/SI S1155. Мышь A4Tech .Genius KB-110 Black USB MONITOR BenQ 21.5" – 2шт. Компьютер DEPO Neos 481 MD в ком- плекте с системным иблоком (корпус Foxconn TSSA-566), монитором ASUS VS228NE, клавиатурой DEPO KU-0325 и мышкой DEPO MS-0502 – 1шт. Компьютер RAМEC GALE ( GIGABYTE GA-H61M-USB3/Toshiba ( DTO 1ACA/ HDS721050DLE630) /G2010/KB-110X/Netscroll 100X/GL2055 Bk/Вк) – 1шт. Паяльная станция – 1 шт. Пылесос для оргтехники 3М - 1шт. |

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций по направлению подготовки 18.03.02 Энерго-и ресурсосберегающие процессы химической технологии, нефтехимии и биотехнологии и квалификация выпускника Бакалавр, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «12» марта 2015 г. № 227.

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

к рабочей программе дисциплины (модуля)

«Термодинамика и теплопередача»

Рассмотрено на Учебно-методическом совете,

 протокол № 2 от « 31 » 10 2017г

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**1. Перечень компетенций, формируемых в ходе освоения данной дисциплины (модуля) с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.**

##### ПК-1 Способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции

##### 2. Показатели и критерии оценивания компетенций, формируемых в ходе освоения данной дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

*Таблица 1*

|  |  |
| --- | --- |
| **Шкала оценивания****уровня сформированности результата обучения**(экзамен) | **Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы** |
| **«Знать»** | **«Уметь»** | **«Владеть навыками** **и/или иметь опыт»** | **«Компетенция»** |
| **Показатели**  |
| Показатель: освоение знаниевого компонента содержания образования по дисциплине (модулю) в виде представлений, понятий, суждений, теорий, выраженное в форме знаков | Показатель: возможность осуществлять действия, операции (компоненты деятельности) осознанно и с помощью навыков. | Показатель: владение деятельностью | Показатель:реализация компетенции |
| **Критерии** |
| **Продвинутый уровень****(«отлично»)****100-85 % (или баллов)** | обучающийся изучил основные законы и расчетные соотношения термодинамики и теплопередачи; назначение, составы и свойства рабочих тел тепловых двигателей и холодильных машин; основы определения термодинамических и теплофизических свойств газов, жидкостей и твердых тел; принципы работы теплоэнергетических и теплообменных установок; особенности тепловых процессов энерготехнологического оборудования | обучающийся умеет рассчитывать и анализировать термодинамические процессы в технологическом оборудовании, температурные режимы эксплуатации технологического оборудования | обучающийся владеет методиками составления энергетических и тепловых балансов энерго- технологических процессов в химической технологии, методами расчета тепловых режимов систем и оборудования, способами прогнозирования теплового режима работы технологического оборудования.  | обучающийся способен проявить (реализовать) компетенцию в типовых ситуациях и в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий Выполнил 6 и отчитал 5 лабораторных работ РГР |
| **Углубленный****уровень** **(«хорошо»)****84-71 % (или баллов)** | обучающийся изучил основные законы и расчетные соотношения термодинамики и теплопередачи; назначение, составы и свойства рабочих тел тепловых двигателей и холодильных машин; основы определения термодинамических и теплофизических свойств газов, жидкостей и твердых тел; принципы работы теплоэнергетических и теплообменных установок; особенности тепловых процессов энерготехнологического оборудования | обучающийся умеет рассчитывать и анализировать термодинамические процессы в технологическом оборудовании, температурные режимы эксплуатации технологического оборудования.  | в целом владеет необходимыми навыками и/или имеет опыт | обучающийся способен проявить (реализовать) компетенцию в типовых ситуациях и в ситуациях повышенной сложности Выполнил 6 и отчитал 4 лабораторные работы РГР |
| **Базовый****уровень****(«удовлетворительно»)****70-60 % (или баллов)** | обучающийся знаком с основными законами и расчетными соотношениями термодинамики и теплопередачи; выделяет назначение, составы и свойства рабочих тел тепловых двигателей и холодильных машин; основы определения термодинамических и теплофизических свойств газов, жидкостей и твердых тел; принципы работы теплоэнергетических и теплообменных установок; особенности тепловых процессов энерготехнологического оборудования в типовых ситуациях.  | выполняет не все операции действия, допускает ошибки в последовательности их выполнения, действие выполняется недостаточно осознанно | владеет не всеми необходимыми навыками, имеющийся опыт фрагментарен | обучающийся способен проявить (реализовать) данную компетенцию в типовых ситуациях Выполнил 6 лабораторных работ.Не выполнил РГР |
| **Нулевой****уровень****(«неудовлетворительно»)****менее 60% (или баллов)** | обучающийся не освоил основные законы и расчетные соотношения термодинамики и теплопередачи; назначение, составы и свойства рабочих тел тепловых двигателей и холодильных машин; основы определения термодинамических и теплофизических свойств газов, жидкостей и твердых тел; принципы работы теплоэнергетических и теплообменных установок; особенности тепловых процессов энерготехнологического оборудования.  | выполняет лишь отдельные операции, последовательность их хаотична, действие в целом неосознанно | не владеет всеми необходимыми навыками и/или не имеет опыт | обучающийся не способен проявлять (реализовать) данную компетенцию Невыполнил 6 лабораторных работ и РГР |

**3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

**3.1. Типовые контрольные задания для оценки уровня сформированности каждого результата обучения по дисциплине, в том числе уровня освоения компетенции**

*Таблица 2*

|  |
| --- |
| **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю),** **соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы** |
| Знать | Уметь | Владеть навыками и (или) иметь опыт | Компетенция  |
| Основные законы и расчетные соотношения термодинамики и теплопередачи; назначение, составы и свойства рабочих тел тепловых двигателей и холодильных машин; основы определения термодинамических и теплофизических свойств газов, жидкостей и твердых тел; принципы работы теплоэнергетических и теплообменных установок; особенности тепловых процессов энерготехнологического оборудования | Уметь рассчитывать и анализировать термодинамические процессы в технологическом оборудовании; рассчитывать и анализировать температурные режимы эксплуатации технологического оборудования. | Владеть методиками составления энергетических и тепловых балансов энерго- технологических процессов в химической технологии; методами расчета тепловых режимов систем и оборудования; способами прогнозирования теплового режима работы технологического оборудования. | Способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции. ПК-1 |
| **Процедура оценивания** |
| опрос (тестирование) | отчет по лабораторной работе  | расчетно-графическая работа (РГР) | экзамен |
| **Типовые контрольные задания** |
| Вопросы к экзамену в п 3.1.1. | Представить оформленный отчет по результатам выполнения лабораторных работ; объяснить знаниевые компоненты, этапы и результаты осуществления действий и операций по теме работе.Темы лабораторных работ представлены п. 3.2.1. | Представить оформленный отчет по результатам выполнения РГР объяснить знаниевые компоненты, этапы и результаты осуществления действий и операций по выбранному варианту. | п.4 приложения к рабочей программе |

**3.2. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации (экзамен)**

**3.2.1. Тематика лабораторных работ**

1. Экспериментальное изучение процессов адиабатного истечения воздуха через суживающееся сопло

2. Исследование процесса изотермического расширения и сжатия газа

3. Определение теплоемкости жидкости методом нагрева потока жидкости

4. Определение вязкости жидкости при различной температуре по теории ламинарного течения

5. Определение коэффициента теплопередачи при движении жидкости в трубе при различных скоростях течения

6.Определение передаваемой тепловой мощности теплообменника типа «труба в трубе» в зависимости от схемы движения теплоносителей

**3.2.2. Тема расчетно-грфической работы**

«Расчет газового цикла»

**3.2.3. Типовые тестовые задания**

1 Какое из приведенных выражений определяет первое начало термодинамики?

Варианты ответов:1. dq = du – vdp;

2. dq = du + vdp;
3. dq = du + pdv;
4. dq = du - pdv.

2. Теплота, подведенная к рабочему телу в изохорном процессе, определяется выражением:

Варианты ответов:

1. q = Сv(t2-t1);

2. q = Сn(t2-t1);

3. q = Ср(t2-t1);

4. q = R (t2-t1).

3 Объем идеального газа, имеющего мольную массу - μ, общую массу – m, удельную газовую постоянную – R, при температуре – Т и давлении – Р определяется выражением:

Варианты ответов:

1. V= ;

2. V= ;

3. V= ;

4. V= .

4. Между изобарной – Ср и изохорной – Сv теплоёмкостями идеального газа существует связь, которая определяется выражением:

Варианты ответов:

1. Cv + R = Сp;

2. R - Cv  = Сp;

3. Сp + Cv = R;

4. Сv - Cp = R.

5 Изохорный подвод теплоты изображается в TS – диаграмме следующим графиком:

Варианты ответов:

Т

S

Т

S

1.

2.

Т

S

4.

Т

S

3.

6. Для определения теплоты изобарного процесса справедливо выражение:

Варианты ответов:

1. q = u2 - u1;

2. q = T(s2 - s1);

3. q = i2 - i1;

4. q = P(v2 - v1).

7.Тепловой двигатель за один цикл получает от нагревателя 100 кДж теплоты и отдает холодильнику 60 кДж. Чему равен КПД этого двигателя (%)?

Варианты ответов:

1)60; 2)67;3)40; 4)25

8. Каким должно быть отношение масс m1/m2 горячей и холодной воды для того, чтобы за счет охлаждения от 50°С до 30°С воды массы m1, вода массой m2 нагрелась от 20° до 30°С?

Варианты ответов:

1)4; 2)2; 3)1; 4)1/2

9. Тепловой двигатель с КПД 50% за один цикл отдает холодильнику 56 кДж теплоты. Какая работа им (кДж) совершается за один цикл?

Варианты ответов:

1)40; 2)28; 3)21; 4)56

10. Укажите единицу измерения величины, измеряемой произведением pΔV.

Варианты ответов:

1)ватт; 2)паскаль; 3)литр; 4)джоуль

11. Какой точке диаграммы изменения состояния идеального газа соответствует наибольшее значение внутренней энергии.



 Варианты ответов:

1)3; 2)2; 3)4; 4)1

12. Коэффицент полезного действия термодинамического цикла – это:

Варианты ответов:

1. Отношение совершаемой работы к подведенной теплоте;

2. Отношение совершаемой работы к отведенной теплоте;

3. Отношение отведенной теплоты к подведенной;

4. Отношение подведенной теплоты к совершаемой работе.

13. Коэффициент полезного действия обратимого цикла Карно определяется выражением (Т1 и Т2 – температуры горячего и холодного источников, соответственно):

Варианты ответов:

1. ηК = (Т2 - Т1)/Т2; 2. ηК = Т1/(Т1 - Т2); 3. ηК = (Т1 - Т2)/Т2; 4. ηК = (Т1 - Т2)/Т1.

14. Термодинамический КПД цикла Карно, совершаемого между двумя источниками теплоты, по сравнению с КПД любого другого цикла, совершаемого между теми же источниками, всегда:

Варианты ответов:

1. Меньше; 2. Равен; 3. Больше; 4. Не больше.

15. Какому количеству теплоты (МДж) эквивалентна работа, совершаемая за 1 ч двигателем мощностью 2 кВт?

Варианты ответов:

1)0,2; 2)3; 3)3,6; 4)7,2

16. Найдите работу, совершаемую двумя молями идеального газа при его изобарном нагревании на 100°С (Дж). R=8,3Дж/кмоль•К.

Варианты ответов:

1)166; 2)83; 3)830; 4)1660

17. При изохорном нагревании на 50 K идеальный газ получил 2 кДж теплоты. Какую работу совершил идеальный газ (Дж)?

Варианты ответов:

1)0.8; 2)1; 3)2; 4)0

18. Какой должна быть температура холодильника тепловой машины (°С), чтобы максимальное значение КПД равнялось 50%? Температура нагревателя 327°С.

Варианты ответов:

1)35; 2)327; 3)27; 4)260;

19. Температура нагревателя реальной тепловой машины 227°С, холодильника - +27°С. За один цикл газ получает от нагревателя 64 кДж теплоты, а отдает холодильнику 48 кДж. Определите КПД машины (%).

Варианты ответов:

1)35; 2)25; 3)15; 4)40

20. Какой процесс называется изотермическим? Процесс, происходящий…

Варианты ответов:

1)при постоянной температуре

2)при постоянном давлении

3)при постоянном объёме

4)при постоянной теплоёмкости

21. Переход газа из состояния А в состояние В можно осуществить тремя способами (см.рис). В каком случае работа над газом минимальна?



Варианты ответов:

1)1; 2)2; 3)3; 4)во всех случаях она одинакова

22. Чему равна внутренняя энергия (Дж) одного моля одноатомного идеального газа, который находится при температуре -73°С, ?

Варианты ответов:

1)830; 2)1246; 3)1660; 4)2490

23. В цикле Отто двигателя внутреннего сгорания теплота подводится в следующем процессе:

Варианты ответов:

1. Изобарном; 2. Изохорном; 3. Изотермическом; 4. Адиабатном.

24. В цикле Дизеля двигателя внутреннего сгорания теплота подводится в следующем процессе:

Варианты ответов:

1. Изобарном; 2. Изохорном; 3. Изотермический; 4. Адиабатном.

25. В газотурбинной установке подвод теплоты осуществляется при:

Варианты ответов:

1. V = const; 2. P = const; 3. T = const; 4. S = const.

26. Как влияет снижение степени повышения давления в газотурбинной установке на ее термодинамический КПД?

Варианты ответов:

1. Не влияет; 2. Увеличивает; 3. Незначительно; 4. Уменьшает.

27. В газотурбинной установке с регенерацией теплоты уходящих газов последняя затрачивается на нагрев…:

Варианты ответов:

1. Топлива; 2. Воздуха после компрессора; 3. Воздуха перед компрессором; 4. Камеры сгорания.

28. Парогазовая установка – это установка, работающая:

Варианты ответов:

1. По циклу Ренкина с парогазовой смесью;

2. По независимым газовому и паровому циклам;

3. По двум циклам, из которых паровой утилизирует сбросную теплоту газового;

4. По двум циклам, из которых газовый утилизирует сбросную теплоту парового.

29. Внутренняя энергия заданной массы m идеального газа зависит только от …

Варианты ответов:

1)объёма; 2)давления; 3)формы сосуда; 4)температуры

30. В воду температурой 15°С и объемом 2 л опустили неизвестный сплав массой 1 кг и температурой 90°С. В результате теплообмена установилась температура 20°С. Какова удельная теплоемкость сплава (Дж/кг•К), если удельная теплоемкость воды равна 4200 Дж/кг•К?

Варианты ответов:

1)400; 2)600; 3)1100; 4)1300

31. На сколько мегаджоулей отличается внутренняя энергия 2 кг водяного пара при температуре 100°С от внутренней энергии 2 кг воды при этой же температуре? Lв=2,3 МДж/кг

Варианты ответов:

1)на 4,6МДж больше; 2)на 2,3МДж больше; 3)не отличаются; 4)на 2,3МДж меньше

32. Сколько льда (кг) растает, если лед массой 5 кг и температурой 0°С опустить в воду массой 10 кг и температурой 0°С?

Варианты ответов: 1)3; 2)2; 3)1; 4)0

**3.2.4. Используя материалы лекций и учебной литературы, подготовьте ответы на вопросы**

**Вопросы к экзамену:**

1. Техническая термодинамика; основные понятия и определения. Рабочие вещества. Идеальный газ, реальные газы
2. Уравнение состояния идеального газа. Газовая постоянная идеального газа. Р-V и Т-S диаграммы.
3. Теплота, работа, внутренняя энергия. Равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые процессы
4. Законы темодинамики для открытых систем
5. Первый закон термодинамики. Смеси рабочих веществ и параметры смесей. Теплоемкость. Теплоемкости смеси идеальных газов.
6. Водяной пар. Степень сухости пара. Диаграммы Р-V и i-S и таблицы водяного пара. Энтальпия влажного пара и ее использование в расчетах. Процессы водяного пара
7. Газовая постоянная смеси идеальных газов. Таблицы термодинамических свойств веществ. Энтальпия.
8. Частные и общие случаи политропных процессов и их изображение в Р-V и Т-S диаграммах.
9. Зависимости между параметрами и уравнения для теплоты, работы, внутренней энергии и энтропии в процессах. Графический анализ процессов
10. Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые циклы. Прямые и обратные циклы.
11. Термический КПД цикла и холодильный коэффициент. Цикл Карно.
12. Энтропия. Физический смысл энтропии. Максимальная работа.
13. Анализ высокотемпературных тепловыделяющих и теплоиспользующих установок
14. Схемы и принципы работы ДВС. Термодинамический циклы ДВС.
15. изобарного и смешанного сгорания в Р-V и T-S диаграммах. КПД и основные характеристики циклов. Эксергетический анализ циклов
16. Схемы и принципы работы газовых турбин. Циклы ГТУ. Регенеративнй цикл ГТУ
17. Эффективный КПД ГТУ.
18. Процессы сжатия воздуха в одноступенчатом и многоступенчатом компрессорах. Условия работы многоступенчатого компрессора и определение числа ступеней. Определение работы и мощности на привод компрессора.
19. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Влажный воздух: свойства; i-d диаграмма; термодинамические процессы
20. Основы термодинамики потока (неравновесных процессов). Истечение жидкостей, паров и газов через сопла, насадки и отверстия
21. Адиабатное течение идеального газа в суживающихся и расширяющихся каналах. Конфузоры и диффузоры. Истечение реальных газов и паров из сопел. Процессы в эжекторах
22. Циклы паросиловых (теплосиловых) установок и их эффективность. Цикл ПСУ с перегревом пара, циклы регенеративный. Бинарный циклы
23. Необратимое расширение пара в турбине. Ступени турбины. Внутренний относительный КПД в турбине ПСУ. Парогазовые циклы
24. Циклы холодильных машин. Циклы тепловых насосов. Условия эффективного использования
25. Способы теплообмена. Теплообмен при фазовых превращениях
26. Значение теплообмена для технологических процессов переработки нефти, газа, и конденсата. Теплопроводность. Закон Фурье
27. Коэффициент теплопроводности. Температурный градиент
28. Теплопроводность при стационарном режиме однослойной, многослойной плоской и цилиндрической стенки и тел произвольной формы
29. Конвекционный теплообмен. Коэффициент теплоотдачи. Применение методов подобия и размерностей к анализу и расчету процессов конвективного теплообмена.
30. Конвективный теплообмен. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплоотдача при свободном движении жидкости в трубах. Расчетные уравнения
31. Теплообмен излучением. Закон Стефана-Больцмана. Теплообмен излечением между параллельно и произвольно расположенными телами
32. Излучение газов. Теплообмен излучением в котельных топках
33. Теплопередача. Сложный теплообмен. Коэффициент теплопередачи
34. Тепловой расчет теплообменных аппаратов
35. Топливо. Классификация и состав топлива. Теплота сгорания. Понятие об условном топливе. Разновидности топлива
36. Промышленные котельные установки. Назначение и классификация
37. Элементы котельной установки. Конструктивные особенности

**4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, формируемых в ходе освоения данной дисциплины (модуля)**

**4.1. Формы контроля (процедуры оценивания)**

|  |
| --- |
| **Опрос** - фронтальная форма контроля, представляющая собой ответы на вопросы преподавателя в устной форме |
| **Отчет по лабораторной работе -** форма контроля, предусматривающая изложение и анализ знаниевых компонентов, методик исследования, этапов и результатов осуществления действий и операций по теме работе, представление и обоснование выводов по работе, факторный анализ результатов, формулирование предложений, ответы на вопросы преподавателя по теме работы. Отчет по лабораторной работе осуществляется ведущему преподавателю, предоставляется оформленная по установленному плану работа |
| **Расчетно-графическая работа (РГР)** - самостоятельная письменная работа студента, в основе которой лежит решение сквозной задачи, охватывающей несколько тем дисциплины, и включающей осуществление расчетов, обоснований и выводов. РГР оценивается ведущим преподавателем при проверке правильности и полноты ее выполнения.  |

**4.2. Шкалы оценивания**

*Шкала оценки устного ответа (опрос)*

|  |  |
| --- | --- |
| **Уровень /оценка** | Описание |
| Продвинутый уровень(«отлично») | обучающийся изучил основные законы и расчетные соотношения термодинамики и теплопередачи; назначение, составы и свойства рабочих тел тепловых двигателей и холодильных машин; основы определения термодинамических и теплофизических свойств газов, жидкостей и твердых тел; принципы работы теплоэнергетических и теплообменных установок; особенности тепловых процессов энерготехнологического оборудованияобучающийся умеет рассчитывать и анализировать термодинамические процессы в технологическом оборудовании, температурные режимы эксплуатации технологического оборудования.обучающийся владеет методиками составления энергетических и тепловых балансов энерго- технологических процессов в химической технологии, методами расчета тепловых режимов систем и оборудования, способами прогнозирования теплового режима работы технологического оборудования. |
| Углубленный уровень («хорошо») | обучающийся изучил основные законы и расчетные соотношения термодинамики и теплопередачи; назначение, составы и свойства рабочих тел тепловых двигателей и холодильных машин; основы определения термодинамических и теплофизических свойств газов, жидкостей и твердых тел; принципы работы теплоэнергетических и теплообменных установок; особенности тепловых процессов энерготехнологического оборудованияобучающийся умеет рассчитывать и анализировать термодинамические процессы в технологическом оборудовании, температурные режимы эксплуатации технологического оборудования |
| Базовый уровень(«удовлетворительно») | обучающийся знаком с основными законами и расчетными соотношениями термодинамики и теплопередачи; выделяет назначение, составы и свойства рабочих тел тепловых двигателей и холодильных машин; основы определения термодинамических и теплофизических свойств газов, жидкостей и твердых тел; принципы работы теплоэнергетических и теплообменных установок; особенности тепловых процессов энерготехнологического оборудования в типовых ситуациях. |
| Нулевой уровень(«неудовлетворительно») | обучающийся не освоил основные законы и расчетные соотношения термодинамики и теплопередачи; назначение, составы и свойства рабочих тел тепловых двигателей и холодильных машин; основы определения термодинамических и теплофизических свойств газов, жидкостей и твердых тел; принципы работы теплоэнергетических и теплообменных установок; особенности тепловых процессов энерготехнологического оборудования |

*Шкала оценки выполнения лабораторной работы (отчета по лабораторной работе)*

|  |  |
| --- | --- |
| **Уровень /оценка** | Описание |
| Продвинутый уровень(«отлично») | Обучающийся выполнил и отчитал 6 лабораторных работ понимает цель действия; *всесторонне* и в полном объеме использует информацию для *постановки* и выполнения задач; *планирует* и выполняет *последовательно* действия и операции; интерпретирует данные исследований; формулировать выводы *и предложения*; полно и правильно разрабатывает и документацию |
| Углубленный уровень («хорошо») | Обучающийся выполнил 6 и отчитал 5 лабораторных работ понимает цель действия; использует полном объеме информацию для выполнения поставленных задач; выполняет действия и операции; интерпретирует данные исследований; формулирует выводы; оформляет документацию; *допускает малозначительные ошибки* |
| Базовый уровень(«удовлетворительно») | Обучающийся выполнил 5 и отчитал 4 лабораторных работ понимает цель действия; использует *базовую* информацию для выполнения поставленных задач; выполняет *базовые* действия и операции; интерпретирует *основные* данные исследований; формулирует *основные* выводы; оформляет *необходимую* документацию |
| Нулевой уровень(«неудовлетворительно») | Обучающийся выполнил 4 лабораторные работы не понимает цель действия; демонстрирует не умение использовать информацию для выполнения поставленных задач; не выполняет действия и операции; не интерпретирует данные исследований; не формулирует выводы; не умеет оформлять необходимую документацию; допускает *значительные ошибки* |

*Шкала оценки выполнения РГР*

|  |  |
| --- | --- |
| **Уровень /оценка** | Характеристика |
|  |
| Продвинутый уровень(«отлично») | Содержание работы соответствует теме; представлен полный и *всесторонний* обзор информационных источников и современной нормативно-правовой базы; расчеты проведены правильно в полном объеме; результаты исследований интерпретированы с использованием современных методов и информационные технологии; правильно разработана и оформлена документация; поставленные задачи выполнены в полном объеме; представлены выводы и *их обоснования* |
| Углубленный уровень («хорошо») | Содержание работы соответствует теме; представлен полный обзор информационных источников и современной нормативно-правовой базы; расчеты проведены в полном объеме; использованы современные методы интерпретации исследований и информационные технологии; правильно разработана и оформлена документация; поставленные задачи выполнены в полном объеме; представлены выводы; *имеются малозначительные ошибки* |
| Базовый уровень(«удовлетворительно») | Содержание работы соответствует теме; представлен *базовый* обзор информационных источников и нормативно-правовых документов; базовые расчеты проведены правильно; использованы основные методы интерпретации исследований; оформлена документация; базовые задачи выполнены; представлены основные выводы |
| Нулевой уровень(«неудовлетворительно») | Содержание работы не соответствует теме; не проведен обзор информационных источников и нормативно-правовых документов; расчеты проведены неправильно; отсутствует интерпретация данных; документация не оформлена; поставленные задачи не выполнены; выводы отсутствуют; допущены значительные ошибки |

*Шкала оценки устного ответа на экзамене по данной дисциплине*

|  |  |
| --- | --- |
| **Уровень /оценка** | **Описание** |
| Продвинутый уровень(«отлично») | Обучающийся глубоко и прочно освоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. |
| Углубленный уровень («хорошо») | Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при ре­шении практических вопросов и задач, владеет необхо­димыми навыками и приемами их выполнения, но затрудняется с ответом при видоизменении заданий, при обосновании принятого решения возникают незначительные затруднения в использовании изученного материала. |
| Базовый уровень(«удовлетворительно») | Обучающийся имеет фрагментарные знания основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической по­следовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.  |
| Нулевой уровень(«неудовлетворительно») | Ответы на поставленные вопросы не получены |

1. Строка заполняется при наличии компетенций, формирование которых завершается до начала изучения данной дисциплины (модуля); если таких компетенций нет, в строке ставится прочерк [↑](#footnote-ref-1)
2. Данная строка заполняется для дисциплин (модулей), реализуемых на первом курсе обучения; для дисциплин, реализуемых на втором и последующих курсах, в строке ставится прочерк [↑](#footnote-ref-2)
3. Указывается, что номер семестра регламентируется учебным планом. [↑](#footnote-ref-3)
4. Указывается, что номер недели регламентируется учебным планом. [↑](#footnote-ref-4)
5. Указывается количество академических часов, отведенное на освоение содержания дисциплины (модуля) по видам учебных занятий [↑](#footnote-ref-5)