Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 17.10.2023 15:13:02
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан транспортного факультета

_____ /М.Н. Лукьянов/

«16» 02 2023 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# «Термодинамика и теплопередача»

Направление подготовки

**23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства**

Профиль подготовки (образовательная программа)

**Перспективные автомобили и электромобили**

Квалификация (степень) выпускника

**Специалист**

Форма обучения

**Очная**

Москва 2023 г.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по специальности **23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» (уровень специалитета)**

**Программу составил**
старший преподаватель  /А.А. Дементьев/

**Согласовано:**

Заведующий кафедрой,
д.т.н., профессор  А.В. Келлер

## 1. Цели освоения дисциплины

**Цель** изучения дисциплины – формирование компетенций будущих специалистов в знании основных законов, принципов и методов термодинамики и способов применения изученных законов при расчёте циклов комбинированных и поршневых двигателей.

**Задачи** дисциплины:

- сформировать у студентов навыки использования термодинамических соотношений при исследовании различных процессов в тепловых машинах;
- обучение студентов методикам термодинамического анализа тепловых двигателей.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета

Дисциплина входит в блок Б1 «Дисциплины» обязательная часть.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения, навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Математика», «Физика», «Химия».

Знания, умения, навыки, сформированные данной дисциплиной будут востребованы при прохождении производственной практики и прохождения государственной итоговой аттестации.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

### Планируемые результаты освоения дисциплины

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| ОПК-1. Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей | ИОПК-1.12 Владеет методами анализа и расчета тепловых процессов в наземных транспортно-технологических машинах и технологическом оборудовании | **знать:**<br>- термодинамические циклы тепловых двигателей для разработки путей их совершенствования;<br>- принципы работы тепловых двигателей, и пределы возможностей для технического улучшения каждого типа ДВС;<br>- термодинамические циклы работы тепловых двигателей, машин и оборудования;<br>- методики экспериментального исследования термодинамического состояния силовых установок.<br>**уметь:**<br>- разрабатывать меры по повышению эффективности использования оборудования с учетом теплотехнических и термодинамических особенностей использования такого оборудования<br>- анализировать результаты разработанных мер по повышению эффективности использования оборудования;<br>- выполнять расчеты и проводить исследования циклов тепловых двигателей в T-S и p-v диаграммах;<br>- рассчитать числа Маха в сечениях сопла Лаваля по полученным при исследованиях дан- |

| | | |
|---|---|---|
| | | ным;<br>- анализировать результаты испытаний двигателей и сопоставлять их с теоретическими данными.<br>**владеть:**<br>- методикой моделирования течений рабочих тел для повышения эффективности использования оборудования;<br>- методами анализа разработанных мер по повышению эффективности применения оборудования с учетом его теплотехнических особенностей;<br>- навыками проведения исследований и разработки перспективных силовых установок относительно термодинамического и теплогидравлического расчета ДВС;<br>- методами выбора оптимальных способов и методик для достижения требуемых расчетных результатов. |

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении студентами дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение студентами необходимыми компетенциями. Результат аттестации студентов на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций студентами. Этапность формирования компетенций прямо связана с местом дисциплины в образовательной программе.

## 4. Структура и содержание дисциплины

Дисциплина читается на 4 семестре
Промежуточная аттестация – зачет
Количество недель в семестре – 18
Общая трудоёмкость дисциплины – 2 зачётные единицы
Общее количество часов по структуре – 72
Количество аудиторных часов – 36
Количество часов самостоятельной работы – 36
Количество часов лекций – 18
Количество часов лабораторных занятий – 0
Количество часов семинаров и практических занятий – 18

### 4.1. Содержание лекционного курса дисциплины

Термодинамика как наука. Основные определения.
Интенсивные и экстенсивные свойства. Удельные параметры.
Законы идеального газа. Уравнение состояния.
Газовые постоянные.
Газовые смеси. Закон Дальтона.
PV-диаграмма термодинамических процессов.
Дифференциальное уравнение состояния.
Теплоемкость газов и смесей. Зависимость теплоёмкости от процесса.
Опыт Джоуля. Принцип эквивалентности теплоты и работы.
Первый закон термодинамики для закрытой и открытой термодинамической системы.
Внутренняя энергия. Влияние хода протекания процесса на работу и внутреннюю энергию.

Уравнение первого закона термодинамики в дифференциальной форме.
Энтальпия.
Энтропия идеальных газов.
TS-диаграмма. IS-диаграмма.
Второй термодинамики, определения.
Объединённое выражение первого и второго законов термодинамики.
Понятие цикла.
Рабочее тело.
Цикл Карно (прямой и обратный).
Эксергия рабочего тела.
Уравнение Гюи-Стодолы.
Уравнение Ван-дер-Ваальса.
Фазовый переход.
Энергия Гиббса.
Свойства водяного пара. Три стадии парообразования.
Адиабатическое расширение и дросселирование.
Струйные аппараты сопла и диффузора, скорость истечения и расход газа. Исследование формул истечения.
Выбор формы каналов сопла. Сопло Лаваля. Выбор формы канала диффузора.
Параметры торможения.
Дифференциальные уравнения du di ds.
Цикл энергоустановок (цикл Ренкина) схема, параметры.
Циклы ДВС.
Цикл Брайтона. Цикл Брайтона с внешней регенерацией тепла.
Холодильные машины и тепловые насосы.
Комбинированные энергоустановки.
Электорохимические энергетические установки на основе ТЭ.
Механизмы теплообмена.
Уравнения, описывающие интенсивность теплообмена.
Оценка влияния различных видов теплообмена.
Возможности моделирования термодинамических процессов в расчётных комплексах.

**4.2. Содержание практических занятий**
Термодинамический расчет цикла бензинового двигателя.
Термодинамический расчет цикла бензинового двигателя с турбонаддувом.
Термодинамический расчет цикла дизельного двигателя с регенерацией теплоты.
Термодинамический расчет цикла дизельного двигателя с турбонаддувом.

**4.3. Содержание лабораторных работ**
Лабораторные работы в данной дисциплине не предусмотрены.

**4.4. Примерная тематика курсового проекта (курсовой работы)**
**Курсовой проект не предусмотрен.**

**4.5. Темы для самостоятельной работы студентов**
Энтальпия, энтропия водяного пара. IS-диаграмма водяного пара.
Смесь воздуха и водяного пара.
Компрессоры, оценка экономичности.
Вычисление коэффициентов теплоотдачи.
Цикл Карно.

## 5. Образовательные технологии

Для обучения дисциплине выбраны следующие образовательные технологии.

Контактная работа с обучающимися во время аудиторных занятий в форме лекций, и практических работ. Дает возможность сконцентрировать материал в блоки и преподносить его как единое целое, а контроль проводить по предварительной подготовке обучающихся.

Выполнение плана самостоятельной работы, самостоятельное изучение теоретического курса.

Возможность взаимодействия, взаимного обучения и взаимного контроля обучающихся в процессе практических работ; формирование навыков командной работы и формирование лидерских компетенций отдельных обучающихся.

Чтение лекций с иллюстрациями на меловой доске и ведение конспекта обучающимися с последующей проверкой конспекта.

Обучение с помощью технических средств обучения. Демонстрация слайдов презентаций и видеороликов посредством мультимедийного оборудования, формирование навыков самостоятельного применения средств измерений. Освоение теоретического курса по учебникам и нормативно техническим документам Обучение с помощью информационных и коммуникационных технологий. Освоение теоретического курса по интернет - ресурсам и информационно-справочным системам.

Подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях.

Организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Фонд оценочных средств по дисциплине является неотъемлемой частью настоящей рабочей программы и представлен отдельным документом в приложении 2.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

**а) Основная литература:**


1. Кириллин В.А., Техническая термодинамика: учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. / Кириллин В.А., Сычев В.В., ШейндлинА.Е.. — Электрон. дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. — 496 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/72305. — Загл. с экрана.
2. Карминский, В.Д. Техническая термодинамика и теплопередача [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2005. — 224 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/59062.


**б) Дополнительная литература:**


1. Новиков, И.И. Термодинамика [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 592 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/286. — Загл. с экрана.
2. Карминский, В.Д. Техническая термодинамика и теплопередача [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2005. — 224 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/59062.


**в) Программное обеспечение и Интернет – ресурсы:**

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее ПО:

Для освоения дисциплины рекомендуются следующие сайты информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

*http://минобрнауки.рф/ - Министерство образования и науки РФ;*

*http://fcior.edu.ru/ - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов;*

*http://fgosvo.ru/ - Портал Федеральных государственных образовательных стандартов;*

*http://www.consultant.ru/ - Справочная правовая система «Консультант Плюс»;*

*http://www.garant.ru/ - Справочная правовая система «Гарант»;*
*http://www.edu.ru/ - Российское образование. Федеральный портал;*
*http://www.opengost.ru/ - Сайт, содержащий полные тексты нормативных документов.*

1. Электронный каталог БИЦ МГУП.

http://mgup.ru/library/

Электронный каталог позволяет производить поиск по базе данных библиотеки МГУП.

2. **ЭБС издательства «ЛАНЬ».**

https://e.lanbook.com/

ЭБС «ЛАНЬ» - ресурс, предоставляющий online-доступ к научным журналам и полнотекстовым коллекциям книг различных издательств.

Доступ к ЭБС издательства «ЛАНЬ» осуществляется со всех компьютеров университета.

3. **ЭБС «Polpred».**

http://polpred.com/news

ЭБС представляет собой архив важных публикаций, собираемых вручную. База данных с рубрикатором: 53 отрасли/ 600 источников/ 9 федеральных округов РФ/ 235 стран и территорий/ главные материалы/ статьи и интервью 8000 первых лиц. Для доступа к полным текстам ЭБС с компьютеров на территории учебных корпусов университета авторизация не требуется.

4. **«КиберЛенинка» - научная библиотека открытого доступа.**

http://cyberleninka.ru/

Это научная электронная библиотека открытого доступа (Open Access).

Библиотека комплектуется научными статьями, публикациями в журналах России и ближнего зарубежья. Научные тексты, представленные в библиотеке, размещаются в интернете бесплатно, в открытом доступе. Пользователям библиотеки предоставляется возможность читать научные работы с экрана планшета, мобильного телефона и других современных мобильных устройств.

5. **Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU».**

http://elibrary.ru/defaultx.asp

Крупнейшая в России электронная библиотека научных публикаций, обладающая богатыми возможностями поиска и анализа научной информации. Библиотека интегрирована с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ) - созданным по заказу Минобрнауки РФ бесплатным общедоступным инструментом измерения публикационной активности ученых и организаций.

6. **Реферативная и наукометрическая электронная база данных «Scopus».**

https://www.scopus.com/home.uri

Индексирует не менее 20500 реферируемых научных журналов, которые издаются не менее чем 5000 издательствами и содержат не менее 47 млн. библиографических записей, из которых не менее 24 млн. включают в себя списки цитируемой литературы.

7. **База данных «Knovel» издательства «Elsevir».**

https://app.knovel.com/web/

Полнотекстовая база данных для поиска инженерной информации и поддержки принятия инженерных решений.

Доступ к электронным базам данных «Scopus» и «Knovel» осуществляется круглосуточно через сеть Интернет в режиме он-лайн по IP-адресам, используемым университетом для выхода в сеть Интернет.

8. Поисковые интернет-системы: Google, Yandex, Yahoo, Mail, Rambler, Bing и др.

Информационная система предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных Интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно- методической библиотеке для общего и профессионального образования. Доступ с любого компьютера, подключенного к Интернет.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория для лекционных и семинарских занятий № Нд-324 (а) «Учебная аудитория»
107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13. Комплекты мебели для учебного процесса.
Меловая доска.
Мультимедийное оборудование: интерактивная доска, проектор, переносной ноутбук.
2. Аудитория для лекционных и семинарских занятий № Н-406 «Класс конструкции газотурбинных двигателей»

107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.12. Комплекты мебели для учебного процесса. Меловая доска. Макет двухвальной микротурбины. Макет трехвальной микротурбины. Макет трехвального танкового газотурбинного двигателя.
Плакаты: ГТД 1000Т и теплообменник ГТД ГАЗ-902.
Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, переносной ноутбук.

## 9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Эффективное освоение дисциплины предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объеме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы и взять в библиотеке издания в твёрдой копии (необходимо иметь при себе читательский билет и уметь пользоваться электронным каталогом).

Доступ к информационным ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети «Интернет» организован в читальных залах библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.

Пользование информационными ресурсами расширяет возможности освоения теоретического курса, выполнения самостоятельной работы и позволяет получить информацию для реализации творческих образовательных технологий: выполнения реферата на заданную или самостоятельно выбранную тему в рамках тематики дисциплины.

Для выполнения практических (лабораторных) работ студенту рекомендуется предварительно ознакомиться с теоретическими сведениями, изложенными в учебно-методическом пособии и дополнительных источниках, при выполнении работы следовать рекомендованному порядку выполнения работы и указаниям преподавателя, соблюдать технику безопасности, содержать рабочее место в чистоте и бережно относиться к оборудованию. Ведение конспекта лекций проверяется преподавателем.

При выполнении самостоятельной работы студенту рекомендуется изучить теоретические сведения по темам заданий, следовать рекомендациям, изложенным в учебно-методических пособиях, предоставлять преподавателю промежуточные и окончательные результаты в процессе контактной работы на занятиях.

## 10. Методические рекомендации для преподавателя

Основную организационную форму обучения, направленную на первичное овладение знаниями, представляет собой лекция. Главное назначение лекции - обеспечить теоретическую основу обучения, развить интерес к учебной деятельности и конкретной учебной дисциплине, сформировать у обучающихся ориентиры для самостоятельной работы над курсом. Традиционная лекция имеет несомненные преимущества не только как способ доставки информации, но и как метод эмоционального воздействия преподавателя на обучающихся, повышающий их познавательную активность. Достигается это за счет педагогического мастерства лектора, его высокой речевой культуры и ораторского искусства. Высокая эффективность деятельности преподавателя во время чтения лекции будет достигнута только тогда, когда он учитывает психологию аудитории, закономерности восприятия, внимания, мышления, эмоциональных процессов учащихся.

**Структура и содержание дисциплины «Термодинамика и теплопередача»**

Специальность **23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»** Профиль подготовки (образовательная программа) «Перспективные автомобили и электромобили» **очная форма обучения**

| n/n | Раздел | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах | | | | | Виды самостоятельной работы студентов | | | | | Формы аттестации | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Л | П/С | Лаб | СРС | КСР | К.Р. | К.П. | РГР | Реферат | К/р | Э | З |
| 1 | Термодинамика как наука. Основные определения. Интенсивные и экстенсивные свойства. Удельные параметры. Законы идеального газа. Уравнение состояния. Газовые постоянные. Параметры торможения. Дифференциальные уравнения du di ds. Цикл Ренкина схема, параметры. Компрессоры, оценка экономичности. | 4 | 1 | 2 | | | 2 | | | | | | | | |
| | | | 2 | | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| 2 | Газовые смеси. Закон Дальтона. PV-диаграмма термодинамических процессов. Дифференциальное уравнение состояния. Теплоемкость газов и смесей. Зависимость теплоёмкости от процесса. Циклы ДВС. Цикл Брайтона. Цикл Брайтона с внешней регенерацией тепла. Холодильные машины и тепловые насосы. Параметры торможения. | 4 | 3 | 2 | | | 2 | | | | | | | | |
| | | | 4 | | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| | | | 5 | 2 | | | 2 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Опыт Джоуля. Принцип эквивалентности теплоты и работы. Первый закон термодинамики для закрытой и открытой термодинамической системы. Внутренняя энергия. Комбинированные энергоустановки. Электорохимические энергетические установки на основе ТЭ. | 4 | 6 | | 2 | | 2 | + | | | | | | | |
| | | | 7 | 2 | | | 2 | | | | | | | + | |
| | | | 8 | | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| 4 | Уравнение первого закона термодинамики в дифференциальной форме. Внутренняя энергия. Влияние хода протекания процесса на работу и внутреннюю энергию. Энтальпия. Энтропия идеальных газов.<br>Механизмы теплообмена. Уравнения, описывающие интенсивность теплообмена. Оценка влияния различных видов теплообмена. Теплопередача. | 4 | 9 | 2 | | | 2 | | | | | | | | |
| | | | 10 | | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| 5 | Исследование термодинамических процессов. TS-диаграмма. IS-диаграмма. Второй термодинамики, определения. Объединённое выражение первого и второго законов термодинамики. | 4 | 11 | 2 | | | 2 | | | | | | | | |
| | | | 12 | | 2 | | 2 | + | | | | | | | |
| 6 | Понятие цикла. Рабочее тело. Цикл Карно (прямой и обратный). Эксергия рабочего тела. Уравнение Гюи-Стодолы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. | 4 | 13 | 2 | | | 2 | | | | | | | | |
| | | | 14 | | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| 7 | Фазовый переход. Энергия Гиббса. Свойства водяного пара. Три стадии парообразования. Энтальпия, энтропия водяного пара. IS-диаграмма водяного пара.<br>Возможности моделирования термодинамических процессов в расчётных ком- | 4 | 15 | 2 | | | 2 | | | | | | | | |
| | | | 16 | | 2 | | 2 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | плексах. Вычисление коэффициентов теплоотдачи. | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 8. Адиабатическое расширение и дросселирование. Смесь воздуха и водяного пара. Струйные аппараты сопла и диффузора, скорость истечения и расход газа. Исследование формул истечения. Выбор формы каналов сопла. Сопло Лаваля. Выбор формы канала диффузора. | 4 | 17 | 2 | | | 2 | | | | | | | | |
| | | | 18 | | 2 | | 2 | | | | | | | | |
| | **Итого за 4 семестр** | | | **18** | **18** | | **36** | + | | | | | | | + |

*Приложение 2*
*к рабочей программе*

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕД
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки
**23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»**

Профиль подготовки (образовательная программа)
Перспективные автомобили и электромобили

Форма обучения
**Очная**

**Год набора: 2022**

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

# «Термодинамика и теплопередача»

Состав:
1. Общие положения
2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы
3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания
4. Оценочные средства

Составители:
Дементьев А.А.

Москва 2023 г.

## 1. Общие положения

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов предусмотрен фонд оценочных средств (ФОС), позволяющий оценить достижение запланированных результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций. Фонд оценочных средств состоит из комплектов контрольно-оценочных средств. Комплекты контрольно-оценочных средств включают в себя контрольно-оценочные материалы, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

## 2. Перечень компетенций формируемых в процессе освоения дисциплины.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать |
|---|---|
| ОПК-1 | Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей |

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении студентами дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение студентами необходимыми компетенциями. Результат аттестации студентов на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций студентами.

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплины.

## 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания

Критерии определения сформированности компетенций на различных этапах их формирования

| Уровни | Содержание | Проявления |
|---|---|---|
| Минимальный | Обучающийся обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями | Обучающийся способен понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практикоориентированных задач |
| Базовый | Обучающийся демонстрирует результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности | Обучающийся способен анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях |
| Продвинутый | Достигнутый уровень является основой для формирования общекультурных и профессиональных компетенций, соответствующих требованиям ФГОС. | Обучающийся способен использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях |

Поскольку практически учебная дисциплина призвана формировать объемную компетенцию, критерии оценки целесообразно формировать в два этапа.

**1-й этап:** определение критериев оценки отдельно по формируемой компетенции. Сущность 1-го этапа состоит в определении критериев для оценивания компетенции на основе продемонстрированного обучаемым уровня самостоятельности в применении полученных в ходе изучения учебной дисциплины, знаний, умений и навыков.

**2-й этап:** определение критериев для оценки уровня обученности по учебной дисциплине на основе комплексного подхода к уровню сформированности компетенции, обязательной к формированию в процессе изучения предмета. Сущность 2-го этапа определения критерия оценки по учебной дисциплине заключена в определении подхода к оцениванию на основе ранее полученных данных о сформированности компетенции, обязательной к выработке в процессе изучения предмета. В качестве основного критерия при оценке обучаемого при определении уровня освоения учебной дисциплины наличие сформированных у него компетенций по результатам освоения учебной дисциплины.

**Показатели оценивания степени сформированности компетенции и уровня освоения дисциплины. Шкалы оценивания.**

| Показатели оценивания степени сформированности компетенции | | | |
|---|---|---|---|
| Показатели оценивания компетенций и шкалы оценки Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено) или отсутствие сформированности компетенции | Оценка «удовлетворительно» (зачтено) или низкой уровень освоения компетенции | Оценка «хорошо» (зачтено) или повышенный уровень освоения компетенции | Оценка «отлично» (зачтено) или высокий уровень освоения компетенции |
| Неспособность обучаемого самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированной компетенции. Отсутствие подтверждения наличия сформированности компетенции свидетельствует об отрицательных результатах освоения учебной дисциплины | Если обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок. Поскольку выявлено наличие сформированной компетенции, ее следует оценивать положительно, но на низком уровне | Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированной компетенции, причем на более высоком уровне. Наличие сформированной компетенции на повышенном уровне самостоятельности со стороны обучаемого при ее практической демонстрации в ходе решения аналогичных заданий следует оценивать как положительное и устойчиво закрепленное в практическом навыке | Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков, полученных как в ходе освоения данной учебной дисциплины, так и смежных дисциплин, следует считать компетенцию сформированной на высоком уровне. Присутствие сформированной компетенции на высоком уровне, способность к ее дальнейшему саморазвитию и высокой адаптивности практического применения к изменяющимся условиям профессиональной задачи |
| Показатели оценивания уровня освоения дисциплины | | | |
| Уровень освоения дисциплины, при котором у обучаемого не сформировано более 50% компетенций. Если же учебная дисциплина выступает в качестве итогового этапа формирования компетенций (чаще всего это дисциплины профессионального цикла) оценка «неудовлетворительно» должна быть выставлена при отсутствии сформированности хотя бы | При наличии более 50% сформированных компетенций по дисциплинам, имеющим возможность доформирования компетенций на последующих этапах обучения. Для дисциплин итогового формирования компетенций естественно выставлять оценку «удовлетворительно», если сформированы все компетенции и более 60% дисциплин профессионального | Для определения уровня освоения промежуточной дисциплины на оценку «хорошо» обучающийся должен продемонстрировать наличие 80% сформированных компетенций, из которых не менее 1/3 оценены отметкой «хорошо». Оценивание итоговой дисциплины на «хорошо» обуславливается наличием у обучаемого всех сформированных компетенций | Оценка «отлично» по дисциплине с промежуточным освоением компетенций, может быть выставлена при 100% подтверждении наличия компетенций, либо при 90% сформированных компетенций, из которых не менее 2/3 оценены отметкой «хорошо». В случае оценивания уровня освоения дисциплины с итоговым формированием компетенций оценка «отлич- |

| | | | |
|---|---|---|---|
| одной компетенции | цикла «удовлетворительно» | причем общепрофессиональных компетенции по учебной дисциплине должны быть сформированы не менее чем на 60% на повышенном уровне, то есть с оценкой «хорошо». | но» может быть выставлена при подтверждении 100% наличия сформированной компетенции у обучаемого, выполнены требования к получению оценки «хорошо» и освоены на «отлично» не менее 50% общепрофессиональных компетенций |

Положительная оценка по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.

| Шкала оценивания | Критерии оценивания |
|---|---|
| «отлично» | студент должен: продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний материала; исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; правильно формулировать определения; продемонстрировать умения самостоятельной работы с нормативно-правовой литературой; уметь сделать выводы по излагаемому материалу |
| «хорошо» | студент должен: продемонстрировать достаточно полное знание материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; продемонстрировать умение ориентироваться в нормативно-правовой литературе; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу |
| «удовлетворительно» | студент должен: продемонстрировать общее знание изучаемого материала; знать основную рекомендуемую программой дисциплины учебную литературу; уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; |
| «неудовлетворительно» | ставится в случае: незнания значительной части программного материала; не владения понятийным аппаратом дисциплины; существенных ошибок при изложении учебного материала; неумения строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумения делать выводы по излагаемому материалу. |

**Общие сведения по текущему контролю и промежуточной аттестации.**

Оценивание и контроль сформированности компетенций осуществляется с помощью текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости студентов предназначен для повышения мотивации студентов к систематическим занятиям, оценивания степени усвоения студентами учебного материала. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение периода теоретического обучения семестра по всем видам аудиторных занятий и самостоятельной работы студента.

К формам контроля текущей успеваемости по дисциплине относятся:

Контактная работа с обучающимися во время аудиторных занятий в форме лекций, и практических работ.

Самостоятельное изучение теоретического курса, подготовка к практическим работам.

Чтение лекций с иллюстрациями на меловой доске и ведение конспекта обучающимися с последующей проверкой конспекта.

Демонстрация слайдов презентаций и видеороликов посредством мультимедийного оборудования

- Освоение теоретического курса по интернет - ресурсам и информационно-справочным системам.

- Самостоятельное освоение теоретического курса по учебникам, учебно-методическим пособиям.

Критерии прохождения студентами текущего контроля следующие. При текущем контроле успеваемости обучающихся применяется пятибалльная система оценивания в виде отметки в баллах: 5 – «отлично», 4 – «хорошо», 3 – «удовлетворительно», 2 – «неудовлетворительно».

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются преподавателем при проведении промежуточной аттестации. Отставание студента от графика текущего контроля успеваемости по изучаемой дисциплине приводит к образованию текущей задолженности.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра. Промежуточная аттестация помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений. Промежуточная аттестация помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных профессиональных компетенций. Заканчивается зачетом на 4 семестре.

**Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 1 (6-я неделя, ОПК-1)**

1. Основные определения термодинамики.
2. Интенсивные свойства вещества.
3. Экстенсивные свойства вещества.
4. Удельные параметры.
5. Законы идеального газа.
6. Уравнение состояния.
7. Газовые постоянные.
8. Газовые смеси.
9. Закон Дальтона.
10. Парциальное давление.
11. Газовая постоянная смеси.
12. Термодинамические процессы.
13. Изохорный процесс.
14. Изобарный процесс.
15. Изотермический процесс.
16. Адиабатный процесс.
17. Политропный процесс.
18. PV-диаграмма термодинамических процессов.
19. Дифференциальное уравнение состояния.
20. Теплоемкость газов.

**Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 2 (12-я неделя, ОПК-1)**

1. Истинная и средняя теплоёмкости.
2. Теплоемкость смесей.
3. Зависимость теплоёмкости от процесса.

4. Зависимость теплоёмкости от температуры.
5. Опыт Джоуля.
6. Принцип эквивалентности теплоты и работы.
7. Работа расширения идеального газа.
8. Первый закон термодинамики для закрытой термодинамической системы
9. Первый закон термодинамики для открытой термодинамической системы.
10. Внутренняя энергия.
11. Влияние хода протекания процесса на работу и внутреннюю энергию.
12. Уравнение первого закона термодинамики в дифференциальной форме.
13. Уравнение первого закона термодинамики для движущегося потока.
14. Энтальпия.
15. Энтропия идеальных газов.
16. Обратимые процессы.
17. Необратимые процессы.
18. Изменение энтропии в необратимых процессах.
19. TS-диаграмма.
20. IS-диаграмма.

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации студентов (оценка знаний, умений, навыков-компетенций: ОПК-1)**

1. Основные определения термодинамики.
2. Интенсивные свойства вещества.
3. Экстенсивные свойства вещества.
4. Удельные параметры.
5. Законы идеального газа.
6. Уравнение состояния.
7. Газовые постоянные.
8. Газовые смеси.

1. Закон Дальтона.
2. Парциальное давление.
3. Газовая постоянная смеси.

4. Термодинамические процессы.
5. Изохорный процесс.
6. Изобарный процесс.
7. Изотермический процесс.
8. Адиабатный процесс.
9. Политропный процесс.
10. PV-диаграмма термодинамических процессов.
11. Дифференциальное уравнение состояния.
12. Теплоемкость газов.
13. Истинная и средняя теплоёмкости.
14. Теплоемкость смесей.
15. Зависимость теплоёмкости от процесса.
16. Зависимость теплоёмкости от температуры.
17. Опыт Джоуля.
18. Принцип эквивалентности теплоты и работы.
19. Работа расширения идеального газа.
20. Первый закон термодинамики для закрытой термодинамической системы
21. Первый закон термодинамики для открытой термодинамической системы.
22. Внутренняя энергия.
23. Влияние хода протекания процесса на работу и внутреннюю энергию.
24. Уравнение первого закона термодинамики в дифференциальной форме.
25. Уравнение первого закона термодинамики для движущегося потока.
26. Энтальпия.
27. Энтропия идеальных газов.
28. Обратимые процессы.
29. Необратимые процессы.
30. Изменение энтропии в необратимых процессах.
31. TS-диаграмма.
32. IS-диаграмма.

**Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 1 (6-я неделя, ОПК-1)**

1. Теорема Карно.
2. Второй закон термодинамики по Клаузиусу.
3. Второй закон термодинамики по Томсону.
4. Второй закон термодинамики по Оствальду.
5. Объединённое выражение первого и второго законов термодинамики.
6. Термический коэффициент полезного действия.
7. Понятие цикла.
8. Прямой цикл Карно.
9. Обратный цикл Карно.
10. Эксергия рабочего тела.
11. Уравнение Гюи-Стодолы.
12. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
13. Фазовый переход.
14. Энергия Гиббса.
15. Свойства водяного пара.
16. Три стадии парообразования.
17. Адиабатическое расширение.
18. Адиабатическое дросселирование.
19. Струйные аппараты сопла и диффузора, скорость истечения и расход газа.
20. Выбор формы каналов сопла.
21. Сопло Лаваля.

**Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 2 (12-я неделя, ОПК-1)**

1. Выбор формы канала диффузора.
2. Параметры торможения.
3. Дифференциальные уравнения du di ds.
4. Цикл ПГУ (цикл Ренкина) схема, параметры.
5. Циклы Отто.
6. Цикл Дизеля.

7. Цикл Тринклера.
8. Цикл Брайтона.
9. Цикл Брайтона с внешней регенерацией тепла.
10. Холодильные машины.
11. Тепловые насосы.
12. Комбинированные энергоустановки ПГУ.
13. Электорохимические энергетические установки на основе ТЭ.
14. Механизмы теплообмена.
15. Теплопроводность.
16. Конвективный теплообмен.
17. Лучистый теплообмен.
18. Уравнения, описывающие интенсивность теплообмена.
19. Оценка влияния различных видов теплообмена.
20. Возможности моделирования термодинамических процессов в расчётных комплексах.
21. Характеристики лопаточных компрессорных машин.

.

## Шкала оценивания Выступления с докладом

| Дескрипторы | Минимальный ответ<br>2 | Изложенный, раскрытый ответ<br>3 | Законченный, полный ответ<br>4 | Образцовый, примерный; достойный подражания ответ 5 |
|---|---|---|---|---|
| Раскрытие проблемы | Проблема не раскрыта.<br>Отсутствуют выводы. | Проблема раскрыта не полностью.<br>Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы. | Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы.<br>Не все выводы сделаны и/или обоснованы. | Проблема раскрыта полностью.<br>Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы.<br>Выводы обоснованы. |
| Представление | Представляемая информация логически не связана.<br>Не использованы профессиональные термины. | Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна.<br>Использован 1-2 профессиональный термин. | Представляемая информация систематизирована и последовательна.<br>Использовано более 2 профессиональных терминов. | Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана.<br>Использовано более 5 профессиональных терминов. |
| Оформление | Не использованы информационные технологии.<br>Больше 4 ошибок в представляемой информации. | Использованы информационные технологии частично.<br>3-4 ошибки в представляемой информации. | Использованы информационные технологии.<br>Не более 2 ошибок в представляемой информации. | Широко использованы информационные технологии.<br>Отсутствуют ошибки в представляемой информации. |
| Ответы на вопросы | Нет ответов на вопросы. | Только ответы на элементарные вопросы. | Ответы на вопросы полные и/или частично полные. | Ответы на вопросы полные с привидением примеров и/или |

## Паспорт компетенций

| Термодинамика и теплопередача | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»** | | | | | |
| КОМПЕТЕНЦИИ | | Перечень компонентов | Технология формирования компетенций | Форма оценочного средства** | Степени уровней освоения компетенций |
| ИНДЕКС | ФОРМУЛИРОВКА | | | | |
| ОПК-1 | Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей | **знать:**<br>- термодинамические циклы тепловых двигателей для разработки путей их совершенствования;<br>- принципы работы тепловых двигателей, и пределы возможностей для технического улучшения каждого типа ДВС;<br>- термодинамические циклы работы тепловых двигателей, машин и оборудования;<br>- методики экспериментального исследования термодинамического состояния силовых установок.<br>**уметь:**<br>- разрабатывать меры по повышению эффективности использования оборудования с учетом теплотехнических и термодинамических особенностей использования такого оборудования<br>- анализировать результаты разработанных мер по повышению эффективности использования оборудования;<br>- выполнять расчеты и проводить исследования циклов тепловых двигателей в T-S и p-v диаграммах;<br>- рассчитать числа Маха в сечениях сопла Лаваля по полученным при исследованиях данным;<br>- анализировать результаты испытаний двигателей и сопоставлять их | Контактная работа с обучающимися во время аудиторных занятий в форме лекций, лабораторных работ. Самостоятельное изучение теоретического курса, подготовка к практическим занятиям Демонстрация слайдов презентаций и видеороликов посредством мультимедийного оборудования | Вопросы для собеседования со студентами (КТ1)<br>Вопросы для собеседования со студентами (КТ2)<br>Вопросы для промежуточной аттестации | Минимальный: Обучающийся обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями.<br><br>Базовый: Обучающийся демонстрирует результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности.<br><br>Продвинутый: Достигнутый уровень является основой для формирования общекультурных и профессиональных компетенций, соответствующих требованиям ФГОС. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | с теоретическими данными.<br>**владеть:**<br>- методикой моделирования течений рабочих тел для повышения эффективности использования оборудования;<br>- методами анализа разработанных мер по повышению эффективности применения оборудования с учетом его теплотехнических особенностей;<br>- навыками проведения исследований и разработки перспективных силовых установок относительно термодинамического и теплогидравлического расчета ДВС;<br>- методами выбора оптимальных способов и методик для достижения требуемых расчетных результатов. | | | |