Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 01.11.2023 12:40:26
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан транспортного факультета

/М.Н. Лукьянов/

" 30 " августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теория горения и камеры сгорания энергетических машин и установок»

Направление подготовки
13.03.03 «Энергетическое машиностроение»
Профиль: Энергоустановки для транспорта и малой энергетики

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора
2022

Москва 2022 г

1. Цели освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков по организации рабочего процесса в камерах сгорания газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей.

Задачи дисциплины:

-Обеспечить студентов знаниями и практическими навыками в области конструкций современных и перспективных камер сгорания с учетом необходимости обеспечения высокой полноты сгорания топлива, заданной эпюры температуры газа перед турбиной и выполнения норм по выбросу вредных веществ с продуктами сгорания.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина входит в блок Б.1 «Обязательная часть», подраздел Б1.1.35

Дисциплина «Теория горения и камеры сгорания энергетических машин и установок» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП.

В Блоке Б1 (Б.1.1):

- Высшая математика;
- Химия;
- Физика;
- Перспективные материалы и технологии для энергомашиностроения;
- Термодинамика;
- Рабочие процессы в ДВС и их системах.

В Части Блока 1, формируемой "участниками образовательных отношений"

- Надежность энергоустановок;
- Теплообменные аппараты;
- Основы испытаний энергетических машин и установок;

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

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

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-3	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ЗНАТЬ: Методы, применяемые для расчета и экспериментального исследования различных типов камер сгорания. УМЕТЬ: Грамотно подобрать соответствующий программный продукт для выполнения расчетов и проектирования камер сгорания тепловых двигателей. Применять законы газовой динамики и теории горения для решения конкретных задач. ВЛАДЕТЬ: Методами математического анализа и программными продуктами способными выполнять расчеты и проектирование камер сгорания различных типов.

ОПК-5	Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ЗНАТЬ: Основные типы и компоновочные схемы камер сгорания. Газодинамическую структуру потока в жаровой трубе камеры сгорания. УМЕТЬ: Изображать графически газодинамическую модель камеры сгорания. ВЛАДЕТЬ: Методиками теплового и гидравлического расчета камер сгорания. Навыками работы с современными программными продуктами для выполнения расчетов по горению топлива в камере сгорания и газовой динамике.

Планируемые результаты освоения дисциплины

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 7 семестре
Промежуточная аттестация – экзамен
Количество недель в семестре – 18
Общая трудоемкость дисциплины - 3 зачетные единицы
Общее количество часов по структуре – 108
Количество аудиторных часов – 54
Количество часов самостоятельной работы – 54
Количество часов лекций – 18
Количество часов лабораторных занятий – 36
Количество часов семинаров и практических занятий – 0

4.1. Содержание лекционного курса дисциплины

Раздел 1. Введение. Основные сведения о камерах сгорания (КС) газотурбинных двигателей. Характерные конструкции и компоновочные схемы. Требования к КС.

Раздел 2. Первичная зона горения. Фронтовое устройство. Газодинамическая структура потока. Зона обратных токов и стабилизация пламени. Основная зона горения.

Раздел 3.Топливо, применяемое в газотурбинных двигателях.

Раздел 4. Ламинарное распространение пламени. Условия существования фронта пламени. Закон Михельсона.

Раздел 5. Теория нормального распространения пламени. Зависимость нормальной скорости распространения пламени от различных факторов.

Раздел 6. Распространение пламени в турбулентном потоке. Модели турбулентного горения. Диффузионное горение.

Раздел 7. Рабочий процесс камер сгорания. Типы фронтовых устройств и ввод вторичного воздуха в жаровую трубу. Баланс расхода воздуха по длине камеры сгорания. Аэродинамика завихрителей. Типы закручивающих устройств. Структура течения. Размеры циркуляционной зоны. Параметр закрутки.

Раздел 8. Потери полного давления при течении газа в элементах камеры сгорания. Диффузоры. Формы диффузоров. Режимы течения. Рабочие характеристики. Зависимость характеристик от режима течений. Управление течением. Расчёт потерь в диффузорах.

Раздел 9. Потери на фронтовом устройстве, при смешении потоков и тепловые потери.

Раздел 10. Охлаждение стенок жаровой трубы. Методы охлаждения стенок. Конструктивные схемы. КС с низким уровнем эмиссии. КС промышленных газотурбинных установок.

Раздел 11. Модель стабилизации пламени, основанная на представлении о характерных временах. Реакторная модель. Пределы устойчивого горения. Скорость потока при срыве пламени. Гомогенные смеси. Гетерогенные смеси. Стабилизация пламени в КС.

Раздел 12. Теория и расчёт центробежных форсунок. Двухступенчатые форсунки. Расчёт форсунок.

Раздел 13. Тепловой и гидравлический расчёт камер сгорания.

Раздел 14. Схема расчёта индивидуальных и кольцевых камер сгорания.

Раздел 15. Испытания камер сгорания. Стенды для испытаний камер сгорания. Измерение температуры, давления и расходов воздуха и топлива.

Раздел 16. Вредные выбросы газотурбинных двигателей. Нормы вредных выбросов. Происхождение вредных веществ в камерах сгорания ГТД.

Раздел 17. Методы борьбы с выбросом вредных веществ с продуктами сгорания ГТД.

Раздел 18. Перспективные малотоксичные камеры сгорания.

4.2. Содержание практических занятий

Практические работы не предусмотрены.

4.3. Содержание лабораторных работ

Классификация конструктивных схем камер сгорания.
Общие требования к топливу.
Ассортимент жидких топлив, вырабатываемых в РФ и за рубежом.
Основы теории горения.
Теория и расчёт камер сгорания газотурбинных двигателей и установок

4.4. Примерная тематика курсового проекта (курсовой работы)

Курсовой проект (курсовая работа) не предусмотрен.

4.5. Темы для самостоятельной работы студентов

В рамках самостоятельной работы учащиеся готовят рефераты, используя современные печатные издания научно-технической литературы, в том числе периодические издания (как отечественные, так и зарубежные) и интернет ресурсы. Во время аудиторных занятий выделяется время для выступления каждого автора по содержанию реферата и последующей групповой дискуссии в пределах научной компетенции учащихся. Общая тематическая направленность рефератов:

- конструкция, расчеты температурных полей и напряженного состояния основных элементов ГТУ.
- Газообразное топливо.
- Упрощенная теория нормального распространения пламени.
- Тепловые потери.
- Газогорелочные устройства камер сгорания ГТУ.
- Схема расчета трубчато-кольцевой камеры.

5. Образовательные технологии

Для обучения дисциплине выбраны следующие образовательные технологии.

Контактная работа с обучающимися во время аудиторных занятий в форме лекций. 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.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Камеры сгорания газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 40% от объема аудиторных занятий.

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. Кулагин, В.В. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: учебник. В двух книгах. Книга первая. Основы теории ГТД. Рабочий процесс и термогазодинамический анализ [Электронный ресурс] : учеб. / В.В. Кулагин, В.С. Кузьмичев. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2013. — 336 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/37009

2. Самолеты и вертолеты. Том IV-21. Авиационные двигатели. Книга 3 [Электронный ресурс] / В.А. Скибин [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2010. — 720 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/792.

3. Афанасьев, В.В. Диагностика и управление устойчивостью горения в камерах сгорания энергетических установок [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Афанасьев, Н.И. Кидин. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2008. — 176 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2662. — Загл. с экрана.

б) дополнительная литература:

1. Обуховский А. Д., Телкова Ю. В. Теория авиационных двигателей: учебное пособие НГТУ 2012 г. 138 страниц .

2. Кустарёв Ю.С., Эммиль М.В., Каминский В.Н. Экспериментальное определение характеристик камер сгорания ГТД. Методическое руководство. М.: МГТУ "МАМИ", 2009. – 12 с. Мои документы, папка «Электронные ресурсы»

3. Паровые и газовые турбины для электростанций [Электронный ресурс] : учеб. / Костюк А.Г. [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Издательский дом МЭИ, 2016. — 557 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/72260

в) Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программное обеспечение не предусмотренно.

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/ - 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 долкументов.

Перечень информационных систем:

1. Научная библиотека Московского политехнического университета. http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog

База данных содержит в себе 102678 учебных материалов различной направленности 1939 из которых полнотекстовые. Доступ к электронному каталогу можно получить с любого устройства, имеющим подключение к интернету.

2. Электронный каталог БИЦ МГУП.

http://mgup.ru/library/

Электронный каталог позволяет производить поиск по базе данных библиотеки МГУП.

3. **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.

4. **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.

5. **«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.

6. **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.

7. **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.

8. **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.

9. 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. Лабораторное оборудование: «Исследования теплопередачи свободной конвекции», «Нестационарная теплопроводность в стальных шарах». Мультимедийное оборудование: интерактивная доска, проектор, переносной ноутбук.

Аудитория для лабораторных занятий № Нд-123 «Испытания малоразмерных гозотурбинных двигателей энергоустановок» 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13.

Макеты камер сгорания. Макет двухвальной микротурбины.

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 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.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **13.03.03 «Энергетическое машиностроение»**

Программу составил:

Старший преподаватель  /А.А. Дементьев/

Программа утверждена на заседании кафедры «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики»

«29» августа 2022г., протокол № 1

Заведующий кафедрой
Доцент, к. т. н.  /А.В. Костюков/

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

Направление подготовки: 13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

Профиль: Энергоустановки для транспорта и малой энергетики
Форма обучения: очная
Год набора 2022

Кафедра: Энергоустановки для транспорта и малой энергетики

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Теория горения и камеры сгорания энергетических машин и установок

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 2022 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-3	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
ОПК-5	Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности

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 сразу несколько компетенций, критерии оценки целесообразно формировать в два этапа.

1-й этап: определение критериев оценки отдельно по каждой формируемой компетенции. Сущность 1-го этапа состоит в определении критериев для оценивания отдельно взятой 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 всех компетенций, обязательных 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 каждой 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 професси-

			ональной 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 одной компетенции	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 цикла «удовлетворительно»	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 причем общепрофессиональных компетенции по учебной дисциплине должны быть сформированы не менее чем на 60% на повышенном уровне, то есть с оценкой «хорошо».	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 «отлично» 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.

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

Самостоятельное изучение теоретического курса, подготовка к лабораторным 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 интернетресурсам 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, формирование определенных профессиональных компетенций. Заканчивается зачетом на 6 семестре и экзаменом на 7 семестре.

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 1 (6-я неделя, ОПК-3). Вопросы для собеседования со студентами (КТ1)

1. Современные конструкции камер сгорания ГТД.
2. Основные элементы конструкции камер сгорания ГТД.
3. Основные характеристики топлив для питания ГТД.
4. Нетрадиционные виды топлив для ГТУ.
5. Экологические проблемы наземных ГТД и ГТУ.
6. Основные элементы и их содержание в выхлопных газах ГТД.
7. Влияние состава топливной смеси на кпд ГТД.
8. Влияние состава топливной смеси на работу основных узлов “горячего тракта ” ГТД.
9. Химический состав основных видов традиционного топлива ГТД.
10. Основные сведения о камерах сгорания (КС) ГТД и ГТУ.
11. Центробежные компрессоры ГТУ и ихи влияние на процессы в камере сгорания ГТУ.
12. Первичная зона горения.
13. Фронтовое устройство.
14. Газодинамическая структура потока.
15. Зона обратных токов и стабилизация пламени.
16. Основная зона горения.
17. Топливо, применяемое в ГТУ и ГТД.
18. Виды горения.
19. Горение газообразных, жидких и твёрдых веществ.
20. Аэродинамика завихрителей.
21. Типы закручивающих устройств.
22. Структура течения.
23. Размеры циркуляционной зоны.
24. Химические основы горения.
25. Тепловой эффект реакции.
26. Энергия активации реакции.
27. Тепловое воспламенение.
28. Цепные реакции.
29. Движение газов при горении.
30. Модель стабилизации пламени.
31. Реакторная модель.
1. Гомогенное и гетерогенное горение.
2. Диффузионное и кинетическое горение.
3. Детонация.
4. Ламинарное распространение пламени.
5. Условия существования фронта пламени.
6. Закон Михельсона.
7. Типы топлив для тепловых двигателей.
8. Типы камер сгорания ГТУ и ДВС.

9. Типы и назначение завихрителей на входе в КС ГТУ.
10. Понятие гомогенезации потока в камере сгорания.
11. Нетрадиционные топлива для тепловых машин, их достоинства и недостатки.
12. Зависимости обуславливающие скорость распространения пламени в КС.
13. Камеры сгорания поршневых двигателей, их классификации.
14. Осевые компрессоры ГТУ и их влияние на процессы в камере сгорания ГТУ.
15. Материалы применяемые при изготовлении камер сгорания и их влияние на горение топлива.
16. Ресурс камер сгорания в зависимости от применяемого топлива и типа горения.
17. Основные сведения о камерах сгорания (КС) ГТД и ГТУ.
18. Центробежные компрессоры ГТУ и их влияние на процессы в камере сгорания ГТУ.
19. Первичная зона горения.
20. Фронтовое устройство.
21. Газодинамическая структура потока.
22. Зона обратных токов и стабилизация пламени.
23. Основная зона горения.
24. Топливо, применяемое в ГТУ и ГТД.
25. Виды горения.
26. Горение газообразных, жидких и твёрдых веществ.
27. Модели турбулентного горения.
28. Рабочий процесс камер сгорания ДВС.
29. Математические модели камер сгорания и расчет зон горения.
30. Математические модели процессов горения в тепловых двигателях.
31. Влияние типов горения топлива на ресурс КС и двигателя в целом.

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 2 (12-я неделя, ОПК-5). Вопросы для собеседования со студентами (КТ2)

1. Малотоксичные камеры сгорания.
2. Перспективные материалы для изготовления камер сгорания.
3. Основные характеристики жаровых труб.
4. Недостатки жаровых труб ГТД и меры их устранения.
5. Композитные материалы и их использование при изготовлении камер сгорания.
6. Конструкции топливных форсунок ГТД.
7. Ударные волны и возникновение детонации при горении топлив.
8. Устройство камер сгорания ДВС.
9. Стенды для испытаний камер сгорания.
10. Токсичность выхлопных газов ГТД.
11. Пределы устойчивого горения.
12. Скорость потока при срыве пламени.
13. Распространение пламени в турбулентном потоке.
14. Модели турбулентного горения.
15. Рабочий процесс камер сгорания ДВС.
16. Математические модели камер сгорания и расчет зон горения.
17. Математические модели процессов горения в тепловых двигателях.
18. Влияние типов горения топлива на ресурс КС и двигателя в целом.
19. Нетрадиционные топлива для тепловых машин, их достоинства и недостатки.
20. Зависимости обуславливающие скорость распространения пламени в КС.
21. Камеры сгорания поршневых двигателей, их классификации.
22. Осевые компрессоры ГТУ и их влияние на процессы в камере сгорания ГТУ.
23. Материалы применяемые при изготовлении камер сгорания и их влияние на горение топлива.
24. Ресурс камер сгорания в зависимости от применяемого топлива и типа горения.
25. Теория нормального распространения пламени.
26. Зависимость нормальной скорости распространения пламени от различных факторов.
27. Распространение пламени в ламинарном потоке.

28. Модели ламинарного горения.
29. Диффузионное горение.
30. Рабочий процесс камер сгорания ГТД.
31. Теория нормального распространения пламени.
32. Зависимость нормальной скорости распространения пламени от различных факторов.
33. Распространение пламени в ламинарном потоке.
34. Модели ламинарного горения.
35. Диффузионное горение.
36. Рабочий процесс камер сгорания ГТД.
37. Аэродинамика завихрителей.
38. Типы закручивающих устройств.
39. Структура течения.
40. Размеры циркуляционной зоны.
41. Химические основы горения.
42. Тепловой эффект реакции.
43. Энергия активации реакции.
44. Тепловое воспламенение.
45. Цепные реакции.
46. Движение газов при горении.
47. Модель стабилизации пламени.
48. Реакторная модель.
49. Гомогенное и гетерогенное горение.
50. Диффузионное и кинетическое горение.
51. Детонация.
52. Ламинарное распространение пламени.
53. Условия существования фронта пламени.
54. Закон Михельсона.
55. Типы топлив для тепловых двигателей.
56. Типы камер сгорания ГТУ и ДВС.
57. Типы и назначение завихрителей на входе в КС ГТУ.
58. Понятие гомогенезации потока в камере сгорания.
59. Пределы устойчивого горения.
60. Скорость потока при срыве пламени.
61. Распространение пламени в турбулентном потоке.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации студентов (оценка знаний, умений, навыков-компетенций: ОПК-3; ОПК-5)

32. Современные конструкции камер сгорания ГТД.
33. Основные элементы конструкции камер сгорания ГТД.
34. Основные характеристики топлив для питания ГТД.
35. Нетрадиционные виды топлив для ГТУ.
36. Экологические проблемы наземных ГТД и ГТУ.
37. Основные элементы и их содержание в выхлопных газах ГТД.
38. Влияние состава топливной смеси на кпд ГТД.
39. Влияние состава топливной смеси на работу основных узлов “горячего тракта ” ГТД.
40. Химический состав основных видов традиционного топлива ГТД.
41. Основные сведения о камерах сгорания (КС) ГТД и ГТУ.
42. Центробежные компрессоры ГТУ и ихи влияние на процессы в камере сгорания ГТУ.
43. Первичная зона горения.
44. Фронтовое устройство.
45. Газодинамическая структура потока.
46. Зона обратных токов и стабилизация пламени.

47. Основная зона горения.
48. Топливо, применяемое в ГТУ и ГТД.
49. Виды горения.
50. Горение газообразных, жидких и твёрдых веществ.
51. Аэродинамика завихрителей.
52. Типы закручивающих устройств.
53. Структура течения.
54. Размеры циркуляционной зоны.
55. Химические основы горения.
56. Тепловой эффект реакции.
57. Энергия активации реакции.
58. Тепловое воспламенение.
59. Цепные реакции.
60. Движение газов при горении.
61. Модель стабилизации пламени.
62. Реакторная модель.
62. Малотоксичные камеры сгорания.
63. Перспективные материалы для изготовления камер сгорания.
64. Основные характеристики жаровых труб.
65. Недостатки жаровых труб ГТД и меры их устранения.
66. Композитные материалы и их использование при изготовлении камер сгорания.
67. Конструкции топливных форсунок ГТД.
68. Ударные волны и возникновение детонации при горении топлив.
69. Устройство камер сгорания ДВС.
70. Стенды для испытаний камер сгорания.
71. Токсичность выхлопных газов ГТД.
72. Пределы устойчивого горения.
73. Скорость потока при срыве пламени.
74. Распространение пламени в турбулентном потоке.
75. Модели турбулентного горения.
76. Рабочий процесс камер сгорания ДВС.
77. Математические модели камер сгорания и расчет зон горения.
78. Математические модели процессов горения в тепловых двигателях.
79. Влияние типов горения топлива на ресурс КС и двигателя в целом.
80. Нетрадиционные топлива для тепловых машин, их достоинства и недостатки.
81. Зависимости обуславливающие скорость распространения пламени в КС.
82. Камеры сгорания поршневых двигателей, их классификации.
83. Осевые компрессоры ГТУ и их влияние на процессы в камере сгорания ГТУ.
84. Материалы применяемые при изготовлении камер сгорания и их влияние на горение топлива.
85. Ресурс камер сгорания в зависимости от применяемого топлива и типа горения.
86. Теория нормального распространения пламени.
87. Зависимость нормальной скорости распространения пламени от различных факторов.
88. Распространение пламени в ламинарном потоке.
89. Модели ламинарного горения.
90. Диффузионное горение.
91. Рабочий процесс камер сгорания ГТД.

1. Гомогенное и гетерогенное горение.
2. Диффузионное и кинетическое горение.
3. Детонация.
4. Ламинарное распространение пламени.
5. Условия существования фронта пламени.
6. Закон Михельсона.
7. Типы топлив для тепловых двигателей.
8. Типы камер сгорания ГТУ и ДВС.

9. Типы и назначение завихрителей на входе в КС ГТУ.
10. Понятие гомогенезации потока в камере сгорания.
11. Нетрадиционные топлива для тепловых машин, их достоинства и недостатки.
12. Зависимости обуславливающие скорость распространения пламени в КС.
13. Камеры сгорания поршневых двигателей, их классификации.
14. Осевые компрессоры ГТУ и их влияние на процессы в камере сгорания ГТУ.
15. Материалы применяемые при изготовлении камер сгорания и их влияние на горение топлива.
16. Ресурс камер сгорания в зависимости от применяемого топлива и типа горения.
17. Основные сведения о камерах сгорания (КС) ГТД и ГТУ.
18. Центробежные компрессоры ГТУ и их влияние на процессы в камере сгорания ГТУ.
19. Первичная зона горения.
20. Фронтовое устройство.
21. Газодинамическая структура потока.
22. Зона обратных токов и стабилизация пламени.
23. Основная зона горения.
24. Топливо, применяемое в ГТУ и ГТД.
25. Виды горения.
26. Горение газообразных, жидких и твёрдых веществ.
27. Модели турбулентного горения.
28. Рабочий процесс камер сгорания ДВС.
29. Математические модели камер сгорания и расчет зон горения.
30. Математические модели процессов горения в тепловых двигателях.
31. Влияние типов горения топлива на ресурс КС и двигателя в целом.
32. Теория нормального распространения пламени.
33. Зависимость нормальной скорости распространения пламени от различных факторов.
34. Распространение пламени в ламинарном потоке.
35. Модели ламинарного горения.
36. Диффузионное горение.
37. Рабочий процесс камер сгорания ГТД.
38. Аэродинамика завихрителей.
39. Типы закручивающих устройств.
40. Структура течения.
41. Размеры циркуляционной зоны.
42. Химические основы горения.
43. Тепловой эффект реакции.
44. Энергия активации реакции.
45. Тепловое воспламенение.
46. Цепные реакции.
47. Движение газов при горении.
48. Модель стабилизации пламени.
49. Реакторная модель.
50. Гомогенное и гетерогенное горение.
51. Диффузионное и кинетическое горение.
52. Детонация.
53. Ламинарное распространение пламени.
54. Условия существования фронта пламени.
55. Закон Михельсона.
56. Типы топлив для тепловых двигателей.
57. Типы камер сгорания ГТУ и ДВС.
58. Типы и назначение завихрителей на входе в КС ГТУ.
59. Понятие гомогенезации потока в камере сгорания.
60. Пределы устойчивого горения.
61. Скорость потока при срыве пламени.
62. Распространение пламени в турбулентном потоке.

Шкала оценивания ПРЕЗЕНТАЦИИ

Дескрипторы	Минимальный ответ 2	Изложенный, раскрытый ответ 3	Законченный, полный ответ 4	Образцовый, примерный; достойный подражания ответ 5
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы.	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы.	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы .	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы.
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины.	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. Использован 1-2 профессиональный термин.	Представляемая информация систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов.	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов.
Оформление	Не использованы информационные технологии (PowerPoint). Больше 4 ошибок в представляемой информации.	Использованы информационные технологии (PowerPoint) частично. 3-4 ошибки в представляемой информации.	Использованы информационные технологии (PowerPoint). Не более2 ошибок в представляемой информации.	Широко использованы информационные технологии (PowerPoint). 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

Теория горения и камеры сгорания энергетических машин и установок					
13.03.03 «Энергетическое машиностроение»					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК-3	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ЗНАТЬ: Методы, применяемые для расчета и экспериментального исследования различных типов камер сгорания. УМЕТЬ: Грамотно подобрать соответствующий программный продукт для выполнения расчетов и проектирования камер сгорания тепловых двигателей. ВЛАДЕТЬ: Методами анализа и программными продуктами способными выполнять расчеты и проектирование камер сгорания различных типов. Методами проведения экспериментальных исследований для обеспечения надежной работы камер сгорания всех типов.	Контактная работа с обучающимися во время аудиторных занятий в форме лекций, Самостоятельное изучение теоретического курса, подготовка к лабораторным работам Демонстрация слайдов презентаций и видеороликов посредством мультимедийного оборудования	Вопросы дискуссии по темам КТ 1 Вопросы дискуссии по темам КТ2 З Э	Пороговый: Компетенция сформирована. Демонстрируется недостаточный уровень самостоятельности практического навыка Достаточный: Компетенция сформирована. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка Повышенный: Компетенция сформирована. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка

ОПК-5	Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ЗНАТЬ: Основные типы и компоновочные схемы камер сгорания. Газодинамическую структуру потока в жаровой трубе камеры сгорания. Виды потерь в камерах сгорания. УМЕТЬ: Строить газодинамическую модель камеры сгорания. Применять законы газовой динамики и теории горения для решения конкретных задач. ВЛАДЕТЬ: Методиками теплового и гидравлического расчета камер сгорания. Навыками работы с литературой по теории горения и газовой динамике. Навыками математической формулировки физических проблем.	Контактная работа с обучающимися во время аудиторных занятий в форме лекций, Самостоятельное изучение теоретического курса, подготовка к лабораторным работам Демонстрация слайдов презентаций и видеороликов посредством мультимедийного оборудования	Вопросы дискуссии по темам КТ 1 Вопросы дискуссии по темам КТ2 З Э	Пороговый: Компетенция сформирована. Демонстрируется недостаточный уровень самостоятельности практического навыка Достаточный: Компетенция сформирована. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка Повышенный: Компетенция сформирована. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка