

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

СОГЛАСОВАНО

Декан ФЭАТ
Баранов

А.С.

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: Б1.Д.3 «Турбомашины и поршневые двигатели»

Код и наименование научной специальности: 2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели

Форма обучения: очная

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	заведующий кафедрой	А.Е. Свистула
Согласовал	Зав. кафедрой «ДВС»	А.Е. Свистула
	руководитель направленности (профиля) программы	А.Е. Свистула

г. Барнаул

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
знать	уметь	владеть
<p>Теоретические основы рабочих процессов в турбомашинах и тепловых двигателях, методы расчетного анализа турбомашин и тепловых двигателей, их систем, узлов;</p> <p>теоретические и экспериментальные методы научных исследований турбомашин и тепловых двигателей, принципы организации научно-исследовательской деятельности в области турбомашин и тепловых двигателей;</p> <p>методику составления практических рекомендаций в области турбомашин и тепловых двигателей по использованию результатов научных исследований.</p>	<p>Использовать знания теоретических основ рабочих процессов в турбомашинах и тепловых двигателях, методов расчетного анализа турбомашин и тепловых двигателей, их систем, узлов;</p> <p>обосновывать и применять теоретические и экспериментальные методы научных исследований турбомашин и тепловых двигателей, принципы организации научно-исследовательской деятельности в области турбомашин и тепловых двигателей;</p> <p>искать, получать, анализировать, систематизировать и интерпретировать результаты научных исследований.</p>	<p>Углубленными знаниями теоретических основ рабочих процессов в турбомашинах и тепловых двигателях, методов расчетного анализа турбомашин и тепловых двигателей, их систем, узлов;</p> <p>базовыми знаниями теоретических и экспериментальных методов научных исследований турбомашин и тепловых двигателей, принципов организации научно-исследовательской деятельности в области турбомашин и тепловых двигателей;</p> <p>базовыми навыками анализа результатов исследований и составления практических рекомендаций в области турбомашин и тепловых двигателей по использованию результатов научных исследований.</p>

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 4 / 144

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	0	0	35	109	51

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Форма обучения: очная

Семестр: 5

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 2 / 72

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
0	0	17	55	25

Практические занятия (17ч.)

1. Раздел1. Теория рабочих процессов и моделирование, методы расчетного анализа процессов в двигателях внутреннего сгорания. {работа в малых группах} (4ч.)[1,3,6] Тема 1. Термодинамические циклы поршневых двигателей с использованием методологии теоретических и экспериментальных исследований в области термодинамики.

Параметры рабочих циклов. Анализ показателей циклов. Циклы комбинированных двигателей.

Тема 2. Рабочие тела в ДВС.

Топлива, окислители, их основные свойства. Реакции сгорания жидких и газообразных топлив. Совершенное, несовершенное, полное и неполное сгорания топлива. Стехиометрическое количество воздуха, коэффициент избытка воздуха. Состав горючей смеси и продуктов сгорания. Теплота сгорания горючей смеси. Теплоемкость и внутренняя энергия смеси и продуктов сгорания.

Тема 3. Процессы газообмена в двигателях.

Параметры рабочего тела в цилиндре в конце процессов выпуска и зарядки. Газообмен в 4-тактных двигателях. Фазы газораспределения. Процессы выпуска, наполнения, продувки и дозарядки цилиндра. Показатели процессов газообмена. Суммарный коэффициент избытка воздуха. Коэффициенты наполнения и остаточных газов. Газообмен в 2-тактных двигателях. Действительная и геометрическая степень сжатия. Схемы газообмена. Основные периоды газообмена. Коэффициенты наполнения, остаточных газов, избытка продувочного тела, продувки, КПД очистки.

Тема 4. Процесс сжатия.

Физические и химические процессы, протекающие в рабочем теле в процессе сжатия. Особенности процессов сжатия в двигателях с разделенными камерами сгорания.

Тема 5. Процессы смесеобразования в двигателях.

Тема 6. Воспламенение горючих смесей.

Тема 7. Процесс расширения.

Теплоотдача в стенки, догорание топлива. Расчет состояния рабочего тела в процессе расширения.

Тема 8. Индикаторные и эффективные показатели двигателей.

Тема 9. Внешний и внутренний тепловой балансы двигателей.

Составляющие теплового баланса. Теплоотдача в двигателях и теплонапряженность деталей.

Тема 10. Режимы работы и характеристики двигателей.

Тема 11. Оптимизация рабочего процесса двигателей.

Критерии оптимизации. Ограничения при оптимизации. Параметры оптимизации.

Тема 12 (По специфике реализуемого профиля). Анализ эффективности

использования теплоты в двигателе.

2. Раздел 2. Конструирование двигателей внутреннего сгорания, разработка новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области тепловых двигателей. {работа в малых группах} (4ч.)[3,4] Тема 1. Принципы работы и классификация поршневых двигателей.

Особенности устройства и работы отдельных видов поршневых двигателей (мотокомпрессора, роторно-поршневого двигателя, дизель-молота, мотовибраторов, мото-компрессора и мотогенератора газа, двигателя с внешним подводом теплоты). Общие принципы конструирования двигателей. Компоновочные схемы двигателей. Типаж, мощностные ряды, агрегатирование. Основные показатели, характеризующие конструкции двигателей. Перспективы развития конструкции поршневых двигателей.

Тема 2. Методы расчетов на прочность деталей двигателей.

Выбор расчетных режимов. Оценка прочности узлов и деталей двигателя с учетом переменной механической и тепловой нагрузок. Параметры, характеризующие надежность двигателей.

Тема 3. Расчет на прочность деталей КШМ, методы оптимизационного синтеза КШМ..

Поршни, поршневые пальцы и кольца, расчет их теплового и напряженно-деформированного состояния.

Шатуны, стержни шатунов, поршневые и кривошипные головки шатунов, шатунные болты и расчет их на прочность.

Коленчатые валы и маховики, определение их основных размеров и расчет на прочность.

Тема 4. Подшипники скольжения и качения.

Основы гидродинамической теории смазки. Несущая способность. Тепловой расчет.

Тема 5. Механизм газораспределения.

Системы управления фазами газораспределения. Механический, пневмогидравлический и электромагнитный приводы клапанов. Компоновка клапанных механизмов. Расчет на прочность деталей механизма газораспределения. Органы газораспределения двухтактных двигателей; золотниковое газораспределение.

Тема 6. Расчет корпусных деталей.

Фундаментные рамы, стойки и станины, картеры и поддоны, анализ конструкций, материалы, расчет на прочность. Цилиндры и блоки цилиндров, втулки и головки (крышки) цилиндров. Анализ конструкций, материалы, расчеты на прочность.

Тема 7 Метод расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) деталей двигателя, организации работы коллектива исполнителей, принятия решения в условиях спектра мнений, определения порядка выполнения работ.

Расчетная схема. Расчет силовых перегородок блок-картера двигателя методом НДС.

3. Раздел 3. Динамика двигателей, использование знаний теоретических основ рабочих процессов в тепловых двигателях, методов расчетного анализа объектов профессиональной деятельности, использование знаний теоретических и экспериментальных методов научных исследований тепловых двигателей, принципов организации научно-исследовательской деятельности. {работа в малых группах} (4ч.)[1,3,4] Тема 1. Кинематика и динамика двигателя.

Классификация преобразующих механизмов поршневых двигателей. Кинематика кривошипно-шатунного механизма. Силы и моменты, действующие в двигателе.

Тема 2. Уравновешивание двигателя. Автоматизированные методы анализа уравновешенности и проектирования уравновешивающего механизма на основе лучших мировых тенденций.

Внутренняя и внешняя неуравновешенности двигателя. Способы балансировки двигателей. Шум и вибрации в двигателях, их источники. Допустимые уровни. Снижение шума и вибраций.

Тема 3. Уравновешивание многоцилиндрового двигателя.

Анализ уравновешенности и способы уравновешивания многоцилиндровых рядных, V-образных и др. схем двигателей.

4. Раздел 4. Системы двигателей, использование знаний теоретических и экспериментальных методов научных исследований тепловых двигателей, принципов организации научно-исследовательской деятельности, составление практических рекомендаций по оптимизации характеристик систем тепловых двигателей на основе использования результатов научных исследований и мирового опыта. {работа в малых группах} (5ч.)[1,3,5] Тема 1. Топливные системы двигателей с внутренним смесеобразованием.

Классификация. Состав и схемы линии низкого давления топливных систем. Топливоподающая аппаратура непосредственного действия.

Конструкция топливных насосов высокого давления. Проектирование и расчет топливного насоса высокого давления и его элементов.

Тема 2. Топливная аппаратура двигателей с внешним смесеобразованием.

Способы подачи топлива. Карбюрация, впрыск и смесеобразование. Течение двухфазных смесей. Карбюраторы. Главная дозирующая и вспомогательные системы карбюратора.

Тема 3. Системы питания газовых двигателей.

Газовая аппаратура ДВС с принудительным и форкамерно-факельным зажиганием. Баллоны, испарители, редукторы, регуляторы давления, газосмесители, клапаны. Системы топливоподачи газожидкостных двигателей. Системы питания газодизелей. Состав систем и способы управления, конструкции элементов.

Тема 4. Системы охлаждения.

Классификация, основные схемы. Системы жидкостного охлаждения. Охлаждающие жидкости и их характеристики. Система воздушного охлаждения, схема, конструкция дефлекторов.

Тема 5. Системы смазки.

Классификация систем смазки, схемы, элементы системы и расчет их характеристик.

Тема 6. Системы впуска и выпуска.

Трубопроводы. Воздушные фильтры. Охладители наддувочного воздуха. Глушители шума на впуске и выпуске. Настройка систем. Методы расчета и анализ конструкций. Моделирование течений газа в газоздушном тракте двигателей.

Тема 7. Способы пуска двигателей.

Классификация. Пусковые качества. Способы облегчения запуска.

Тема 8. Системы зажигания.

Тема 9. Системы диагностирования двигателей.

Виды диагностики. Методы и возможности безразборной диагностики. Средства обеспечения диагностики двигателей и его систем.

Тема 10 (По специфике реализуемого профиля). Аккумуляторные системы впрыска топлива.

Тема 11 Гидродинамический расчет процесса подачи топлива.

Метод расчета. Расчетная схема. Гидродинамический расчет процесса подачи топлива.

Тема 12 (По специфике реализуемого профиля). Системы снижения токсичности ОГ.

Самостоятельная работа (55ч.)

1. Подготовка к промежуточной аттестации(55ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8,9]
Термодинамические циклы поршневых двигателей с использованием методологии теоретических и экспериментальных исследований в области термодинамики.

Рабочие тела в ДВС.

Топлива, окислители, их основные свойства. Теплота сгорания горючей смеси. Теплоемкость и внутренняя энергия смеси и продуктов сгорания.

Процессы газообмена в двигателях.

Схемы газообмена. Основные периоды газообмена. Коэффициенты наполнения, остаточных газов, избытка продувочного тела, продувки, КПД очистки.

Процесс сжатия.

Процессы смесеобразования в двигателях.

Процесс расширения.

Теплоотдача в стенки, догорание топлива.

Индикаторные и эффективные показатели двигателей.

Составляющие теплового баланса. Теплоотдача в двигателях и теплонапряженность деталей.

Анализ эффективности использования теплоты в двигателе.

Компоновочные схемы двигателей. Типаж, мощностные ряды, агрегатирование. Основные показатели, характеризующие конструкции двигателей. Перспективы развития конструкции поршневых двигателей.

Методы расчетов на прочность деталей двигателей.
 Выбор расчетных режимов.
 Расчет на прочность деталей КШМ.
 Механизм газораспределения.
 Системы управления фазами газораспределения.
 Расчет корпусных деталей.
 Метод расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) деталей двигателя.
 Основы метода расчета напряженно-деформированного состояния деталей двигателя. Расчетная схема. Расчет силовых перегородок блок-картера двигателя методом НДС.
 Кинематика и динамика двигателя.
 Уравновешивание двигателя.
 Уравновешивание многоцилиндрового двигателя.
 Топливные системы двигателей с внутренним смесеобразованием.
 Топливная аппаратура двигателей с внешним смесеобразованием.
 Системы питания газовых двигателей.
 Системы питания газодизелей. Состав систем и способы управления, конструкции элементов.
 Системы охлаждения.
 Системы жидкостного охлаждения. Система воздушного охлаждения.
 Системы смазки.
 Системы впуска и выпуска.
 Способы пуска двигателей.
 Системы зажигания.
 Системы диагностирования двигателей.
 Системы снижения токсичности ОГ.

Семестр: 6

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 2 / 72

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
0	0	18	54	26

Практические занятия (18ч.)

1. Раздел 5. Агрегаты наддува двигателей, методы расчета и проектирования на основе мировых тенденций. {работа в малых группах} (5ч.) [1,3,4] Тема 1 Объемные компрессоры, характеристика и особенности работы. Принцип действия и рабочий процесс поршневого компрессора. Принцип действия и показатели роторных компрессоров. Принцип действия и особенности рабочего процесса роторно-винтового компрессора. Тема 2 Центробежные компрессоры.

Работа, затрачиваемая на сжатие воздуха. Процессы в P-V, i-S, T-S диаграммах. Коэффициенты полезного действия. Расчет проточной части компрессора. Входные устройства, типы, расчет параметров потока. Потери при течении воздуха через колесо. Течение воздуха в диффузоре. Лопаточный и безлопаточный диффузоры. Профилирование лопаток. Течение воздуха в сборниках и улитках.

Тема 3. Особенности работы компрессоров и турбин в составе комбинированного двигателя.

Характеристики объемных и центробежных компрессоров и газовых турбин. Понятие об устойчивости работы центробежного и осевого компрессора. Помпаж. Регулирование турбокомпрессоров. Согласование характеристик поршневого двигателя и агрегатов наддува.

Применение перспективных методов математического моделирования и оптимизации процессов в ДВС, методы расчетов и физических экспериментов для изучаемых закономерностей, методы оптимизационного синтеза тепловых двигателей, их узлов и систем, автоматизированные методы расчета и проектирования на основе мировых тенденций.

2. Раздел 6. Основы научных исследований и испытаний двигателей. {работа в малых группах} (4ч.) [1,3,4,6] Тема 1. Измерения при испытании двигателей.

Понятие измерения. Ошибки измерений. Виды испытаний двигателей. ГОСТы на испытания. Преобразование неэлектрических величин в электрические. Первичные преобразователи. Усилители. Формирователи. Аналого-цифровые преобразователи. Выходные устройства. Осциллографы, потенциометры, мосты. Регистрация результатов. Измерение времени. Измерение стационарных и переменных давлений. Приемники статического и полного давления. Датчики для измерения быстропеременных давлений. Индицирование.

Тема 2. Измерение стационарных и мгновенных расходов жидкостей и газов.

Измерение скорости нестационарных потоков жидкостей и газов. Термоанемометр и лазерный доплеровский измеритель скорости. Ионный анемометр.

Тема 3. Измерение стационарных и нестационарных температур и тепловых потоков в ДВС.

Измерения температур в цилиндре двигателя. Токосъемники, бесконтактные способы передачи сигналов от датчиков.

Тема 4. Методы химического анализа газов в исследованиях ДВС.

Классификация газоанализаторов. Дымомеры. Измерение содержания твердых частиц в выпускных газах.

Тема 5. Измерение шума и вибрации двигателя.

Аппаратура и способы измерения шума и вибрации двигателя. Измерение общего уровня шума и уровня шума отдельных источников.

Тема 6. Оборудование боксов и лабораторий.

Испытательные стенды. Гидравлические, электрические и индукторные

тормоза и их характеристики. Согласование характеристик тормоза и двигателя.

Базовые подходы к разработке новых методов исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности, в т.ч. в области тепловых двигателей.

Нормативные документы по организации работы исследовательского коллектива в области тепловых двигателей.

3. Раздел 7. Автоматическое регулирование и управление двигателями внутреннего сгорания. {работа в малых группах} (5ч.) [1,3,4,5] Тема 1. Системы автоматического управления (САУ) и регулирования (САР).

Двигатель и регулятор как элементы САР. Установившиеся и неустойчивые режимы работы. Статические и динамические характеристики. Устойчивость двигателей, самовыравнивание.

Тема 2. Дифференциальное уравнение двигателя как объекта регулирования по частоте вращения.

Передаточные функции и структурная схема двигателя. Динамические характеристики двигателя: переходные процессы, частотные характеристики. Регуляторы прямого действия. Статические характеристики. Регуляторы непрямого действия. Исполнительные устройства регуляторов. Серводвигатели. Конструктивные схемы и принцип действия. Передаточная функция и структурная схема.

Тема 3. Устойчивость САР.

Критерии устойчивости Рауза-Гурвица, Михайлова, Найквиста, особенности их использования. Показатели работы САР. Прямые и косвенные показатели качества. Диаграмма Вышнеградского.

Тема 4. Нелинейные САР.

Типовые нелинейности в САР двигателей. Особенности нелинейных САР - устойчивость и автоколебания.

Тема 5. Микропроцессорные устройства в системах управления двигателями.

Элементы систем управления. Системы управления наддувом, газораспределением, рециркуляцией отработавших газов.

Тема 6. Автоматизация двигателей.

Задачи автоматизации двигателей различного назначения. Степени автоматизации двигателей. Автоматическая защита, сигнализация, диагностирование. Автоматизация пуска и остановки. Дистанционное управление.

4. Раздел 8. Химмотология. {работа в малых группах} (4ч.) [1,2,3,4] Тема 1. Моторные нефтепродукты.

Элементный, фракционный и групповой состав. Стабильность нефтепродуктов. Низкотемпературные свойства. Противопожарная безопасность. Токсичность нефтепродуктов.

Тема 2. Топлива для двигателей с принудительным воспламенением.

Детонационная стойкость бензина и ее оценка. Методы определения октановых чисел. Ассортимент бензинов. Новые виды топлив.

Тема 3. Топливо для двигателей с воспламенением от сжатия. Классификация топлив. Воспламеняемость топлив и методы ее оценки. Цетановое число и его влияние на пуск и рабочий процесс дизеля. Присадки к топливам.

Тема 4 (По специфике реализуемого профиля). Синтетические топлива, спирты, растительные масла.

Виды альтернативных топлив. Теплофизические и моторные свойства рапсового масла и эфира рапсового масла. Смесевые топлива.

Использования каменного угля, горючих сланцев, древесины и других видов твердых топлив в ДВС.

Тема 5. Газообразные топлива.

Природные, попутные, промышленные и генераторные газы. Свойства газообразных топлив. Сжатые и сжиженные газы. Водород как топливо. Диметиловый эфир. Биогаз.

Тема 6. Смазочные материалы и их классификация.

Требования к моторным маслам. Присадки, улучшающие качество масел. Регенерация масел. Трансмиссионные масла, их классификация. Пластические смазки.

Тема 7. Охлаждающие жидкости.

Требования к охлаждающим жидкостям. Низкозамерзающие охлаждающие жидкости. Антифризы, тосолы. Пусковые жидкости. Условия применения.

Нормативные документы по организации работы исследовательского коллектива в области химмотологии для тепловых двигателей.

Самостоятельная работа (54ч.)

1. Подготовка к экзамену(54ч.)[1,2,3,4,5,6,7,8,9] Принцип действия и рабочий процесс поршневого компрессора. Процессы в P-V, i-S, T-S диаграммах. Расчет проточной части компрессора.

Согласование характеристик поршневого двигателя и агрегатов наддува. Применение перспективных методов математического моделирования и оптимизации процессов в ДВС, методы расчетов и физических экспериментов для изучаемых закономерностей, методы оптимизационного синтеза тепловых двигателей, их узлов и систем, автоматизированные методы расчета и проектирования на основе мировых тенденций.

Виды испытаний двигателей. ГОСТы на испытания. Преобразование неэлектрических величин в электрические.

Измерение скорости нестационарных потоков жидкостей и газов. Термоанемометр и лазерный доплеровский измеритель скорости. Ионный анемометр.

Измерения температур в цилиндре двигателя.

Методы химического анализа газов в исследованиях ДВС. Дымомеры.

Измерение содержания твердых частиц в выпускных газах. Измерение шума и вибрации двигателя.

Испытательные стенды. Согласование характеристик тормоза и двигателя.

Системы автоматического управления (САУ) и регулирования (САР). Двигатель и регулятор как элементы САР. Дифференциальное уравнение двигателя как объекта регулирования по частоте вращения. Критерии устойчивости Рауза-Гурвица, Михайлова, Найквиста, особенности их использования. Диаграмма Вышнеградского.

Теплофизические и моторные свойства рапсового масла и эфира рапсового масла. Смесевые топлива. Использование каменного угля, горючих сланцев, древесины и других видов твердых топлив в ДВС.

Газообразные топлива. Водород как топливо. Диметиловый эфир. Биогаз. Нормативные документы по организации работы исследовательского коллектива в области исследования тепловых двигателей. Подготовка методических материалов для использования в учебном процессе, составление планов учебных занятий по дисциплинам в области тепловых двигателей.

4. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Свистула А.Е. Топливная аппаратура дизелей [Электронный ресурс]: Учебное пособие. – Электрон. дан.– Барнаул: АлтГТУ, 2015.– Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/dvs/svistula-tad.pdf> (доступ из ЭБС АлтГТУ)

2. Свистула, А. Е. Двигатели внутреннего сгорания : учебное пособие / А. Е. Свистула, В.А. Сеницын. - 4 изд., перераб. и доп. - Барнаул : Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова, 2018. □ 93 с. Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/dvs/Sinicin-DVS-up.pdf> (доступ из ЭБС АлтГТУ)

5. Перечень учебной литературы

5.1. Основная литература

3. Тепловые двигатели и нагнетатели/ В. В. Черниченко, В. И. Лукьяненко, П. А. Солженикин, А. В. Исанова. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 171 с. – ISBN 978-5-9729-0589-8 – Текст : электронный – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618448> (доступ из ЭБС «Университетская библиотека ONLINE»).

4. Обуховский, А. Д. Теория авиационных двигателей / А. Д. Обуховский, Ю. В. Телкова. – Новосибирск : Новосибирский

государственный технический университет, 2012. – 138 с. – ISBN 978-5-7782-2030-0. – Текст : электронный. – Режим доступа <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228770> (доступ из ЭБС «Университетская библиотека ONLINE»).

5.2. Дополнительная литература

5. Энергетические установки малой мощности с поршневыми двигателями внутреннего сгорания/ А. С. Антошкин, А. А. Балашов, Е. А. Герман, А. Г. Кузьмин, Г. В. Пыжанкин. – Барнаул: Издательство АлтГТУ, 2014. – 369 с. – Текст : электронный. – Режим доступа: http://elib.altstu.ru/eum/download/dvs/Antoshkin_en.pdf (доступ из ЭБС АлтГТУ)

6. Кожин, Д. В. Физико-химические основы математического моделирования процесса образования и выгорания сажи в дизельных ДВС / Д. В. Кожин ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2015. – 176 с. – ISBN 978-5-8158-1517-9. – Текст : электронный – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=492606>. (доступ из ЭБС «Университетская библиотека ONLINE»)

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

7. <http://rdiesel.ru/DVIGATELESTROYENIYE/DVS.html> - журнал "Двигателестроение"

8. <http://tepen.ru/> - журнал "Теплоэнергетика"

9. <https://vak.minobrnauki.gov.ru/> - ВАК

7. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине федеральным государственным требованиям (ФГТ), которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

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

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет аспиранта. Для изучения данной дисциплины профессиональные базы данных и информационно-справочные системы не требуются.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	OpenOffice
2	Acrobat Reader
3	Антивирус Kaspersky
4	Яндекс.Браузер
5	Webex Meetings

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	IEEE Xplore - Интернет библиотека с доступом к реферативным и полнотекстовым статьям и материалам конференций. Бессрочно без подписки (https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp)
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) – свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. (http://нэб.рф/)

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

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
помещения для самостоятельной работы
лаборатории

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».