

СОГЛАСОВАНО

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.10 «Теория рабочих процессов поршневых двигателей»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **13.03.03
Энергетическое машиностроение**

Направленность (профиль, специализация): **Двигатели внутреннего сгорания**

Статус дисциплины: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Форма обучения: **очная**

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	доцент	С.П. Кулманаков
Согласовал	Зав. кафедрой «»	
	руководитель направленности (профиля) программы	А.Е. Свистула

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

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ПК-2	Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения	ПК-2.1	Анализирует влияние условий работы объекта профессиональной деятельности на принимаемые конструктивные решения
		ПК-2.2	Проводит комплекс расчетов для объекта профессиональной деятельности
		ПК-2.3	Способен принимать и обосновывать технические решения при создании объекта профессиональной деятельности
ПК-3	Способен проводить анализ работы объектов профессиональной деятельности	ПК-3.1	Использует методы анализа и моделирования рабочих процессов тепловых двигателей, энергетических машин и установок
		ПК-3.2	Описывает принципы действия, функции и основные характеристики тепловых двигателей, энергетических машин и установок

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Информатика, Механика жидкости и газа, Термодинамика, Физика, Химия, Химмотология
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Выпускная квалификационная работа, Основы научных исследований и испытаний двигателей, Системы двигателей

3. 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: 8 / 288

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	64	16	64	144	155

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

Форма обучения: очная

Семестр: 6

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 4 / 144

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
32	0	48	64	84

Лекционные занятия (32ч.)

1. Тема 1. Введение. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.) [6,7,8,9]

Транспортная энергетика и перспективные двигатели для транспорта: атомные; электрические; топливные элементы; газотурбинные; с внешним подводом тепла (двигатели Стирлинга); роторно-поршневые (двигатели Ванкеля); поршневые двигатели внутреннего сгорания (ДВС).

Место ДВС в транспортной и стационарной энергетике страны и мира.

Краткий исторический обзор развития ДВС. Классификация ДВС по назначению; по способу смесеобразования; осуществления рабочего цикла, регулирования в связи с изменением нагрузки; по конструктивным особенностям и пр.

Основные направления развития автотракторных ДВС на современном этапе, повышение мощности и экономичности, надежности и долговечности; расширение производства автомобильных дизелей; многотопливность; снижение дымности и токсичности отработавших газов, шумности.

2. Тема 2. Идеальные и теоретические циклы ДВС. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.) [6,7,8,9]

Общие принципы работы ДВС. Идеальные циклы ДВС. Допущения, принятые при построении идеальных циклов. Отдельные процессы цикла: сжатие, подвод тепла, отвод тепла и их математическое описание. Параметры, характеризующие эффективность и экономичность цикла: среднее давление и КПД цикла.

Мгновенный и произвольный характер подвода тепла к рабочему телу.

Цикл с мгновенным подводом тепла в любой момент между положением поршня в мертвых точках и мгновенным отводом тепла в НМТ. Уравнения для КПД и среднего давления цикла. Влияние момента подвода тепла на КПД. Частный случай - эталонный цикл с мгновенным подводом тепла в ВМТ.

Цикл с произвольным подводом тепла. Влияние динамики, начала и продолжительности подвода тепла на КПД и среднее давление цикла. Циклы с линейной характеристикой подвода тепла в функции степени сжатия, с подводом тепла при постоянном давлении. КПД этих циклов и их сравнении с КПД эталонного цикла. Несвоевременность подвода тепла в цикл и потери тепла,

связанные с ней.

Теоретические циклы с подводом и отводом тепла на участках между положениями поршня в мертвых точках. Уравнение для КПД цикла с мгновенным подводом и отводом тепла. Цикл с произвольным характером подвода и отвода тепла. Влияние количества отведенного тепла, динамики и места (в цикле) отвода на КПД этого цикла.

Неполнота подвода тепла в цикл. Связь КПД теоретического цикла с потерями тепла, обуславливаемыми несвоевременностью и неполнотой подвода, отводом тепла.

Практические выводы по анализу идеальных и теоретических циклов.

3. Тема 3. Рабочее тело и его свойства. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[6,7,8,9] Топливо - главный источник энергии. Основные требования, предъявляемые к топливам автотракторных двигателей. Виды топлив, используемые в ДВС.

Жидкие топлива - продукты переработки нефти. Состав и важнейшие характеристики жидких топлив: низшая теплота сгорания, детонационная стойкость и способность к самовоспламенению, испаряемость, вязкость и др. Связь между октановым и цетановым числами топлива.

Требования к детонационной стойкости и самовоспламеняемости топлив двигателей с искровым зажиганием и дизелей.

Стандартные топлива ГОСТ 305-82 и ГОСТ 2084-77. Окислитель топлива - кислород воздуха. Состав воздуха.

Стехиометрические уравнения сгорания жидких топлив. Теоретически необходимое количество воздуха для окисления единицы топлива. Состав смеси. Коэффициент избытка воздуха. Среднее (по цилиндру или цилиндрам) и местное (по объему) значения коэффициента избытка воздуха. Однородная и неоднородная, нормальная, обогащенная и обедненная топливовоздушные смеси. Количество и состав продуктов полного и неполного сгорания жидкого топлива. Коэффициент молекулярного изменения свежего заряда. Недовыделение тепла по причине неполного сгорания топлива.

Газообразное топливо. Виды газообразных топлив и их состав. Основные недостатки и преимущества газообразных топлив по сравнению с жидкими. Низшая теплота сгорания, теоретически необходимое количество воздуха, состав продуктов полного сгорания, молярное изменение при сгорании газообразных топлив.

Токсические составляющие продуктов сгорания и отработавших газов ДВС и их гигиенические характеристики. Природа образования основных токсических составляющих отработавших газов: оксидов азота, углерода, углеводородов - дымление ДВС.

Термодинамические свойства свежего заряда и продуктов сгорания. Теплота сгорания горючих смесей.

Водород - перспективное топливо двигателей наземного транспорта.

4. Тема 4. Процессы газообмена четырехтактных двигателей. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[6,7,8,9] Параметры, характеризующие

качество процессов очистки цилиндров от отработавших газов и наполнения цилиндров свежим зарядом.

Коэффициент остаточных газов и коэффициент наполнения. Массовое наполнение цилиндра свежим зарядом.

Уравнения для коэффициента наполнения и остаточных газов, общие для четырехтактных и двухтактных ДВС.

Мероприятия по повышению качества процессов очистки и массового наполнения современных двигателей. Организация движения рабочего тела в процессе наполнения.

Математическое моделирование процессов газообмена.

5. Тема 5. Процесс сжатия. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,7,8,9] Теплообмен в процессе сжатия. Текущее и среднее значения показателя политропы сжатия. Давление и температура рабочего тела в конце сжатия. Влияние режима работы, конструктивных особенностей и условий эксплуатации ДВС на среднее значение политропы сжатия и параметры рабочего тела к моменту начала подачи топлива. Выбор степени сжатия.

Тепловой баланс в процессе сжатия. Расчетный метод определения среднего значения показателя политропы сжатия (по Мазингу Е.К.). Организация движения рабочего тела в процессе сжатия.

6. Тема 6. Процессы смесеобразования и сгорания. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,7,8,9] Общие положения. Внешнее и внутреннее смесеобразование в ДВС.

Воспламенение и сгорание однородных смесей. Скорость сгорания. Влияние температуры, давления, состава смеси, остаточных газов и др. на скорость сгорания.

Практические выводы (по способу регулирования мощности и пр.) из анализа влияния различных факторов на процесс воспламенения и сгорания однородных смесей.

7. Тема 7. Процессы смесеобразования и сгорания в двигателях с искровым зажиганием. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[6,7,8,9] Индикаторные периоды сгорания в двигателях с принудительным зажиганием и их характеристики ("жесткость", максимальное давление и температура цикла, продолжительности отдельных периодов и всего сгорания).

Влияние режимов работы: частоты вращения, нагрузки; регулировочных параметров: состава смеси, угла опережения зажигания; конструктивных факторов: степени сжатия, формы камеры сгорания и расположения свечи зажигания, применяемых материалов поршня и головки цилиндров, системы охлаждения - на индикаторные периоды сгорания.

Мероприятия по увеличению скорости сгорания бедных смесей. Способы послойного смесеобразования и сжигание неравномерно распределенной смеси: бесфоркамерно-факельное зажигание рабочей смеси, форкамерно-факельное зажигание, применение отдельных камер сгорания, расслоение смеси внутри цилиндра с помощью вихревого движения и впрыска топлива в воздушный поток и др. Послойное смесеобразование - одно из главных мероприятий по снижению

токсичности отработавших газов.

Случаи аномального развития процесса сгорания в двигателях с искровым зажиганием: детонация, "грохот", калильное зажигание и мероприятия по их устранению.

8. Тема 8. Процессы смесеобразования и сгорания в дизельных двигателях. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.) [6,7,8,9] Воспламенение и сгорание неоднородных смесей. Многостадийный многоочаговый характер воспламенения неоднородных смесей - причина жесткой и шумной работы дизелей.

Индикаторные периоды сгорания в дизелях (по А.И.Толстому). Период задержки воспламенения топлива и его влияние на характер протекания последующего сгорания ("жесткость", максимальное давление сгорания и пр.).

Влияние свойств топлива, характеристик топливоподачи (продолжительности и закона подачи, мелкости распыливания), регулировочных параметров и условий эксплуатации дизелей на индикаторные периоды сгорания. Способы снижения "жесткости" и максимального давления сгорания.

Способы смесеобразования в дизелях. Основные принципы объемного, пленочного (пристеночного) и объемно-пленочного смесеобразования. Влияние способа смесеобразования на характер протекания процессов воспламенения и сгорания. Преимущества и недостатки дизелей с различными способами смесеобразования с точки зрения механической нагруженности деталей кривошипно-шатунного механизма: требований, предъявляемых к топливной аппаратуре; использования различных топлив (многотопливности); дымности и токсичности отработавших газов и др.

9. Тема 9. Тепловыделение в процессе сгорания. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.) [6,7,8,9] Тепловыделение в процессе сгорания, динамика выделения тепла. Математические выражения для описания характеристик для выделения тепла в дизелях. Расчет характеристик выделения тепла по развернутой индикаторной диаграмме. Связь тепловыделения с жесткостью, максимальным давлением и температурой, экономичностью цикла. Сравнение характеристик выделения тепла в двигателях с искровым зажиганием и в дизелях.

10. Тема 10. Процесс расширения. Расчет параметров рабочего тела при сгорании и расширении. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.) [6,7,8,9] Изменение показателя политропы расширения. Влияние догорания топлива, теплоотдачи от газов в стенки, утечек рабочего тела на протекание процесса расширения. Тепловой баланс в процессе расширения (по Гриневецкому-Мазингу). Расчет показателя политропы расширения. Температура и давление рабочего тела в конце процесса расширения.

Расчет параметров рабочего тела в процессе сгорания. Традиционный метод расчета по Гриневецкому-Мазингу и его особенности. Уточненные методы расчета параметров рабочего тела в процессе сгорания, основанные на использовании закономерностей выделения тепла в процессе сгорания.

Практические занятия (48ч.)

- 1. Теоретические циклы ДВС.(6ч.)[2,7]** Расчетом теоретического цикла с мгновенным подводом теплоты оценивается влияние на его КПД момента начала ввода тепла.
- 2. Теоретические циклы ДВС.(6ч.)[2,7]** Расчетом теоретического цикла оценивается влияние на его показатели момента начала и продолжительности ввода теплоты.
- 3. Тепловой расчет двигателя. Определение параметров рабочего тела.(6ч.)[1,7]** Освоение метода расчета количества и состава свежего заряда и продуктов сгорания жидкого и газообразного топлив. Проведение практических расчетов и их анализ.
- 4. Параметры процессов газообмена и сжатия.(6ч.)[1,7]** Освоение метода расчета параметров процессов газообмена и сжатия, а также состояния рабочего тела в характерных точках этих процессов. Практическое выполнение расчета и анализ его результатов.
- 5. Параметры процессов сгорания и расширения.(6ч.)[1,7]** Освоение метода расчета параметров процессов и состояния рабочего тела в характерных точках. Практическое выполнение расчета и анализ его результатов.
- 6. Индикаторные и эффективные показатели, основные размеры двигателя.(6ч.)[1,7]** Освоение методики, практическое проведение расчета и анализ его результатов.
- 7. Тепловой расчет двигателя. Построение индикаторной диаграммы.(4ч.)[1,7]** Построение индикаторной диаграммы по результатам проведенного теплового расчета.
- 8. Моделирование рабочего процесса двигателя.(8ч.)[1,7]** Расчет процесса сгорания двигателя по математической модели с учетом тепловыделения и теплообмена.

Самостоятельная работа (64ч.)

- 1. Проработка теоретического материала (работа с конспектом лекций, учебником, учебными пособиями, другими источниками)(8ч.)[5,6,7,8,9,11,14]** Проработка теоретического материала (работа с конспектом лекций, учебником, учебными пособиями, другими источниками)
- 2. Подготовка к практическим занятиям работам (включая подготовку к контрольным опросам, подготовку отчетов по практическим работам и др.)(8ч.)[5,6,7,8,9,11,14]** Подготовка к практическим занятиям работам (включая подготовку к контрольным опросам, подготовку отчетов по практическим работам и др.)
- 3. Выполнение расчётного задания(12ч.)[1,2,7,11,14]** Выполнение расчётного задания
- 4. Подготовка к экзамену, сдача экзамена(36ч.)[6,7,8,9,12,13]** Подготовка к экзамену, сдача экзамена

Семестр: 7

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 4 / 144

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
32	16	16	80	71

Лекционные занятия (32ч.)

1. Тема 11. Индикаторные показатели работы двигателя. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (6ч.)[6,7,8,9] Показатели, характеризующие совершенство преобразования располагаемого тепла, вводимого в цилиндр с топливом, в полезную механическую работу, отдаваемую потребителю: эффективная работа цикла, удельная эффективная работа цикла или среднее эффективное давление; эффективная мощность, эффективный КПД и удельный эффективный расход топлива. Уравнения связи между эффективными показателями.

Общая схема преобразования располагаемого тепла в полезную механическую работу.

Две стадии преобразования располагаемого тепла. Первая стадия - преобразование располагаемого тепла в механическую (индикаторную) работу газов в цилиндре двигателя. Потери тепла на первой стадии, обуславливаемые неполнотой и несвоевременностью сгорания, теплообменом и диссоциацией продуктов сгорания, теплообменом и диссоциацией продуктов сгорания, необходимостью отдачи тепла холодному телу. Показатели совершенства первой стадии - индикаторные показатели: индикаторная работа цикла, удельная индикаторная работа или среднее индикаторное давление; индикаторная мощность; индикаторный КПД и удельный индикаторный расход топлива. Определение среднего индикаторного давления по расчетной и действительной (рабочей) индикаторным диаграммам четырехтактных и двухтактных двигателей. Коэффициент полноты индикаторной диаграммы. Взаимосвязь между индикаторными показателями. Уравнение зависимости индикаторного КПД от характеристик топлива, окислителя и смеси, от показателей рабочего цикла и его анализ. Определение индикаторного КПД по характеристикам сгорания и потерь тепла, вследствие теплоотдачи. Степень влияния различного рода потерь на первой стадии его преобразования на величину индикаторного КПД.

2. Тема 12. Эффективные показатели работы двигателя. Механические потери в ДВС. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (6ч.)[6,7,8,9] Вторая стадия - преобразование индикаторной работы в полезную механическую работу. Потери работы на второй стадии на преодоление трения в сопрягаемых деталях и самообслуживание двигателя, определяемые как механические или внутренние потери ДВС. Составляющие различного рода механических потерь и их значимость. Показатели механических потерь или среднее давление

механических потерь; механический КПД - и взаимосвязь между ними. Уровень механических потерь современных автотракторных ДВС и методы их снижения за счет создания короткоходных конструкций, организации оптимальных условий смазки и охлаждения трущихся поверхностей и др.

Связь между индикаторными и эффективными показателями и показателями механических потерь. Уровень индикаторных и эффективных показателей современных автомобильных и тракторных двигателей.

Влияние режима работы, регулировочных параметров, конструктивных факторов (камера сгорания и др.) на индикаторные и эффективные показатели двигателей с искровым зажиганием и дизелей.

Уровень эффективных показателей современных автомобильных и тракторных двигателей. Номинальная мощность двигателя. Удельная мощность двигателя и способы ее повышения: наддув (газотурбинный, механический, динамический); совершенствование рабочего процесса; увеличение частоты вращения коленчатого вала; переход на двухтактный процесс и др. Анализ способов повышения мощности ДВС.

3. Тема 13. Режимы работы и характеристики ДВС. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (6ч.)[6,7,8,9] Режимы работы ДВС. Понятия установившегося и неустойчивого, возможного и действительного режима работы ДВС.

Классификация характеристик ДВС. Скоростные характеристики: абсолютная, внешняя (эксплуатационная), частичная, винтовая, холостого хода. Условия снятия названных характеристик.

Анализ изменения эффективных показателей при работе двигателя по скоростным характеристикам. Устойчивость скоростного режима ДВС при случайном изменении нагрузки. Коэффициент приспособляемости и способы его увеличения. Оценка работы двигателя по скоростным характеристикам. Расчет внешней скоростной характеристики.

Анализ изменения эффективных показателей при работе двигателя по нагрузочным и регуляторным характеристикам. Сравнение нагрузочных характеристик двигателей с искровым зажиганием и дизелей.

Регулировочные, специальные и универсальные характеристики ДВС.

Влияние атмосферных условий на эффективные показатели работы двигателя. Приведение эффективных показателей к нормальным, атмосферным условиям.

4. Тема 14. Внешний тепловой баланс и тепловая напряженность двигателей . {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[6,7,8,9] Внешний тепловой баланс двигателя. Тепловые потери в стенки, с выхлопными газами вследствие химического недогорания топлива и пр. Мероприятия по утилизации потерь тепла в ДВС (высокотемпературные системы охлаждения, теплозащитные покрытия, газотурбинный наддув и др.).

Теплопередача в ДВС и тепловая напряженность двигателей. Теплоотдача от газов к стенке конвекцией и лучеиспусканием. Коэффициент теплоотдачи. Средний тепловой поток, средняя результирующая температура газа. Передача тепла через стенку. Теплоотдача от стенки со стороны газа и охлаждающей

жидкости.

Косвенные критерии тепловой напряженности: удельная литровая и поршневая мощность, критерии Костина А.К. и пр.

Экспериментальный метод оценки тепловой напряженности двигателя. Влияние режима работы, конструктивных особенностей и способа форсирования по мощности, условий окружающей среды на тепловую напряженность ДВС. Мероприятия по снижению напряженности двигателей.

5. Тема 15. Двухтактные двигатели. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[6,7,8,9] Область применения 2-тактных двигателей и особенности их работы по сравнению с 4-тактными.

Газообмен в двухтактных ДВС. Системы продувки. Преимущества и недостатки прямооточных и петлевых систем продувки. Кривошипно-камерная продувка, область ее применения.

Форма продувочных и выпускных органов, их расположение.

Пропускная способность (время-сечение) газораспределительных органов.

Протекание процессов выпуска и продувки-наполнения. Параметры процессов газообмена в двухтактных ДВС: давление и температура продувочного воздуха, коэффициент продувки, давление в цилиндре в момент открытия продувочных органов и пр.

Принятые допущения и исходные уравнения для установления аналитической связи между принятыми параметрами процесса газообмена и время-сечения или отдельных стадий процесса (свободного выпуска и продувки-наполнения, принудительного выпуска). Общая схема расчета процессов газообмена двухтактных ДВС.

6. Тема 16. Токсичность отработавших газов ДВС. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[6,7,8,9] Проблема охраны окружающей среды - важнейшая проблема современности. ДВС как источник загрязнения окружающей среды. Влияние различных факторов (режим работы, конструктивные особенности, способы смесеобразования и др.) на дымность и основные токсические компоненты отработавших газов двигателей с искровым зажиганием и дизелей. Техничко-экологическая оценка двигателя и пути снижения дымности и токсичности ДВС.

7. Тема 17. Основы моделирования процессов в ДВС. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[6,7,8,9] Математическое моделирование. Виды математических моделей. Решение дифференциальных уравнений. Моделирование процессов газообмена. Расчет параметров газообмена. Подходы к решению процессов смесеобразования и сгорания. Описание процесса тепловыделения. Математическое моделирование процессов топливоподачи, образования вредных веществ, теплообмена.

Практические занятия (16ч.)

1. Обработка индикаторной диаграммы двигателя.(8ч.)[3,11] Проведение математической обработки индикаторных диаграмм двигателя с целью

определения показателей сгорания и рабочего процесса.

2. Проведение математического моделирования с целью оптимизация конструктивных параметров двигателя.(8ч.)[9,10] Расчет процесса сгорания двигателя по математической модели Дизель-РК (в удаленном доступе) с целью оптимизации конструктивных параметров двигателя.

Лабораторные работы (16ч.)

1. Лабораторная работа № 1.(4ч.)[4,13] Устройство тормозных стендов и измерительного оборудования, техника безопасности, рабочие места, методика обработки материалов измерений, требования к ведению документации и оформлению отчетов.

2. Нагрузочная характеристика дизеля.(4ч.)[4,8] Понятие нагрузочной характеристики, методика снятия, практическая работа на двигателе, расчет и построение графиков параметров двигателя при работе по нагрузочной характеристике.

3. Скоростная характеристика дизеля.(4ч.)[4,8] Понятие скоростной характеристики, виды скоростных характеристик, методика снятия, практическая работа на двигателе, расчет и построение графиков параметров двигателя при работе по внешней скоростной характеристике

4. Оформление и защита отчета.(4ч.)[4,8,13] Проведение расчетов, построение графиков, таблиц и пр. Нормоконтроль. Защита отчетов.

Самостоятельная работа (80ч.)

1. Проработка теоретического материала (работа с конспектом лекций, учебником, учебными пособиями, другими источниками)(8ч.)[6,7,8,9,12,13] Проработка теоретического материала (работа с конспектом лекций, учебником, учебными пособиями, другими источниками)

2. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам(36ч.)[3,4,8,9,10,14] Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам (включая подготовку к контрольным опросам, подготовку отчетов по лабораторным, практическим работам и др.)

3. Подготовка к экзамену, сдача экзамена(36ч.)[6,7,8,9,12,13] Подготовка к экзамену, сдача экзамена

5. 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. Кулманаков С.П. Тепловой расчет ДВС: учебное пособие /С. П. Кулманаков, С. С. Кулманаков.- (pdf-файл : 606 Кбайт).-Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014.-95 с. Режим доступа: <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/dvs/Kulman-teplo.pdf>
2. Кулманаков С.П. Исследования теоретических циклов ДВС: методические указания /С. П. Кулманаков, С. С. Кулманаков.- (pdf-файл : 404 Кбайта).-Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014.-21 с. Режим доступа: <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/dvs/Kulman-cikl.pdf>
3. Кулманаков С.П. Обработка индикаторной диаграммы: методические указания /С. П. Кулманаков, С. С. Кулманаков.- (pdf-файл : 548 Кбайт).-Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014.-13 с. Режим доступа: <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/dvs/Kulman-obrab.pdf>
4. Кулманаков С.П. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Теория рабочих процессов поршневых двигателей» /С. П. Кулманаков, С. С. Кулманаков.- (pdf-файл : 229 Кбайт).- Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014.-17 с. Режим доступа: <http://new.elib.altstu.ru/eum/download/dvs/Kulmanov-lrporsh.pdf>
5. Свистула А.Е. Тепловой расчет газового двигателя [Электронный ресурс]: Методические указания.— Электрон. дан.— Барнаул: АлтГТУ, 2015.— Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/dvs/svistula-teplo.pdf>, авторизованный

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

6. Хорош, А.И. Дизельные двигатели транспортных и технологических машин [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Хорош, И.А. Хорош. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 704 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4231>.
7. Суркин, В.И. Основы теории и расчёта автотракторных двигателей [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Суркин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 304 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12943>.
8. Автомобильные двигатели: Рабочие циклы. Показатели и характеристики. Методы повышения эффективности энергопреобразования/ В.Р.Бурячко, А.В.Гук. – СПб.: НПИКЦ, 2005. – 292 с. (321 экз.)

6.2. Дополнительная литература

9. Баширов, Р.М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета [Электронный ресурс] : учебник / Р.М. Баширов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 336 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96242>.
10. Клещин, Э. В. Рабочие процессы, конструкция и основы расчета двигателей внутреннего сгорания [Электронный ресурс] : учебное пособие / Э. В.

Клещин, В. П. Гилета. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2009. — 256 с. — 978-5-7782-1335-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44689.html>

11. Колчин А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей / А.И.Колчин, В.П.Демидов. – М.: Высшая школа, 2003. – 496 с. (12 экз.)

12. Осипов, О.В. Судовые дизельные двигатели [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.В. Осипов, Б.Н. Воробьев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 356 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106877>.

13. Кулагин, В.В. Теория, расчет, проектирование авиационных двигателей и энергетических установок. В 2 кн. Кн. 2. Совместная работа узлов выполненного двигателя и его характеристики [Электронный ресурс] : учеб. / В.В. Кулагин, В.С. Кузьмичев. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2017. — 280 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/107155>.

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

14. <http://elib.altstu.ru> - Сайт электронных ресурсов АлтГТУ

8. 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 требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

9. 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 студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

№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	Springer - Издательство с доступом к реферативным и полнотекстовым материалам журналов и книг (https://www.springer.com/gp https://link.springer.com/)
3	Научные ресурсы в открытом доступе (http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0607.ssi)
4	Российский морской регистр судоходства и раздел издания РС (https://rs-class.org/ https://lk.rs-class.org/regbook/rules)
5	«Техэксперт» (https://cntd.ru/about https://chem21.info/info/650887/)

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

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

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».