

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.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 «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

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.	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, мольное 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 топливopодачи (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, 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 неустановившегося, 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 прямоточных 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 - важная 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. Технико-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 оптимизации 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 электронной информационно-образовательной среде АлтГТУ:

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-terplo.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-terplo.pdf>, авторизованный

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

6. Кобозев, А. К. Тракторы и автомобили. Теория ДВС : курс лекций для студентов 3 курса факультета механизации сельского хозяйства, обучающихся по направлению подготовки 190800.62 - Агроинженерия / А. К. Кобозев, И. И. Швецов. – Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2014. – 189 с. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/51853.html> (дата обращения: 03.04.2023). – Режим доступа: для авторизир. Пользователей

7. Клещин, Э. В. Рабочие процессы, конструкция и основы расчета двигателей внутреннего сгорания : учебное пособие / Э. В. Клещин, В. П. Гилета. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2009. – 256 с. – ISBN 978-5-7782-1335-7. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/44689.html> (дата обращения: 28.03.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

8. Основы конструкции и содержания автомобиля. В 3-х частях. Ч.1.

История создания. Классификация и общая конструкция. Двигатель внутреннего сгорания : учебное пособие / А. П. Болштянский, В. Е. Щерба, Е. А. Лысенко, А. С. Тегжанов. – Омск : Омский государственный технический университет, 2021. – 356 с. – ISBN 978-5-8149-3222-8 (ч.1), 978-5-8149-3212-9. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/124858.html> (дата обращения: 28.03.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

6.2. Дополнительная литература

9. Малахов, В. А. Силовые приводы транспортных комплексов горных предприятий: двигатели внутреннего сгорания : учебное пособие / В. А. Малахов. – Москва : Издательский Дом МИСиС, 2015. – 83 с. – ISBN 978-5-87623-914-3. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/98887.html> (дата обращения: 28.03.2023). – Режим доступа: для авторизир. Пользователей

10. Корчагин, В. А. Тепловой расчет автомобильных двигателей : учебное пособие / В. А. Корчагин, С. А. Ляпин, В. А. Коновалова. – Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2016. – 82 с. – ISBN 978-5-88247-766-9. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/64873.html> (дата обращения: 03.04.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

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

12. Охотников, Б. Л. Эксплуатация двигателей внутреннего сгорания : учебное пособие / Б. Л. Охотников. – Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. – 139 с. – ISBN 978-5-7996-1204-7. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/68414.html> (дата обращения: 28.03.2023). – Режим доступа: для авторизир. Пользователей

13. Методика выполнения теплового и динамического расчетов двигателей : учебное пособие / С. А. Наумов, Е. В. Хаустова, А. В. Садчиков [и др.]. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. – 108 с. – ISBN 978-5-7410-1381-6. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/61372.html> (дата обращения: 28.03.2023). – Режим доступа: для авторизир. Пользователей

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

14. <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/889547>

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.

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	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/)
3	Springer - Издательство с доступом к реферативным и полнотекстовым материалам журналов и книг (https://www.springer.com/gr https://link.springer.com/)
4	Научные ресурсы в открытом доступе (http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0607.ssi)
5	Российский морской регистр судоходства и раздел издания РС (https://rs-class.org/ https://lk.rs-class.org/regbook/rules)
6	«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».