

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»



«Утверждаю»

Декан агроинженерного факультета

Оробинский В.И.

«30» августа 2017 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.10 «Автомобильные двигатели»

для направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»  
профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство» - прикладной бакалавриат

квалификация выпускника – бакалавр

Факультет агроинженерный

Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей

Преподаватели, подготовившие рабочую программу:

к.т.н., доцент Божко А.В.

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 14 декабря 2015 г. № 1470

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей (протокол № 1 от 30 августа 2017 года).

Заведующий кафедрой  **В.И. Орбинский**

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией агроинженерного факультета (протокол № 1 от 30 августа 2017 года).

Председатель методической комиссии  **О.М. Костиков**

**Рецензент:** Зам. генерального директора ОАО «Ольховаткаавтотранспорт» В.А. Яровой

## 1. Предмет. Цели и задачи дисциплины, её место в структуре образовательной программы

**Цель** изучения дисциплины – является подготовка обучающихся в областях теории рабочих процессов, конструирования и расчёта различных элементов двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и их систем в такой степени, чтобы они могли принимать технически обоснованные решения по выбору, эксплуатации и ремонту силовых установок для подвижного состава автотранспорта с целью максимальной экономии топливно-энергетических ресурсов, интенсификации технологических процессов и эффективной защиты окружающей среды.

**Задачи дисциплины** – приобретение необходимых знаний о закономерностях преобразования в ДВС химической энергии топлива в механическую работу, влиянии основных конструктивных, режимно-эксплуатационных и климатических факторов на протекание рабочих процессов в ДВС, их надёжность, формирование показателей работы и характеристик двигателей, воздействия на окружающую среду, современных методах улучшения технико-экономических показателей и снижения токсичности отработавших газов и шумоизлучения, основных критериях совершенства силовых установок автомобильного транспорта и направлениях их развития.

**Место дисциплины в структуре ОП.** Б1.В.10 в системе подготовки обучающегося по направлению 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиля «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Данная дисциплина относится Б1.В.10 относится к блоку дисциплин вариативной части.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-2	владением научными основами технологических процессов в области эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов.	<p><b>-знать</b> процессы, протекающие в двигателе внутреннего сгорания, используемых в качестве источника энергии для приведения в действие автомобилей.</p> <p><b>-уметь</b> пользоваться инженерной терминологией в области двигателей внутреннего сгорания и автомобильного оборудования.</p> <p><b>-иметь навыки и /или опыт деятельности</b> владения методами обеспечения безопасной эксплуатации двигателей внутреннего сгорания и автомобильного оборудования.</p>
ОПК-3	готовностью применять систему фундаментальных знаний (математических, естественнонаучных, инженерных и экономических) для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов.	<p><b>-знать</b> основные положения теории современных двигателей внутреннего сгорания и автомобильного оборудования.</p> <p><b>-уметь</b> подбирать исходя из заданных нагрузок и условий эксплуатации комплектующие изделия двигателей внутреннего сгорания и автомобильного оборудования.</p> <p><b>-иметь навыки и /или опыт деятельности</b> владения методами определения основных эксплуатационных свойств и характеристик двигателей внутреннего сгорания и автомобильного оборудования.</p>

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-2	готовность к выполнению элементов расчетно-проектировочной работы по созданию и модернизации систем и средств эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования.	<p><b>-знать</b> цели и принципы инженерных расчётов деталей, механизмов, агрегатов и систем современных двигателей внутреннего сгорания и автомобильного оборудования.</p> <p><b>-уметь</b> рассчитывать типовые элементы механизмов двигателей внутреннего сгорания и автомобильного оборудования при заданных нагрузках.</p> <p><b>-иметь навыки и /или опыт деятельности</b> выполнения расчетно-проектировочной работы деталей, механизмов, агрегатов и систем современных двигателей внутреннего сгорания.</p>
ПК-8	способностью разрабатывать и использовать графическую техническую документацию.	<p><b>-знать</b> конструкцию двигателей внутреннего сгорания и применяемого при технической эксплуатации оборудования.</p> <p><b>-уметь</b> использовать графическую техническую документацию.</p> <p><b>-иметь навыки и /или опыт деятельности</b> в области чтения и анализа технической документации.</p>

### 3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Виды работ	Очная форма обучения			Заочная форма обучения
	всего зач.ед./ часов	объём часов		всего часов
		5 семестр	6 семестр	6 семестр
Общая трудоёмкость дисциплины	6/216	2/72	4/144	6/216
Общая контактная работа	91,9	40,65	51,25	27,25
Общая самостоятельная работа (по учебному плану)	124,1	31,35	92,75	188,75
Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч.	89	40,5	48,5	24,5
лекции	30	14	16	8
практические занятия				
лабораторные работы	58	26	32	16
групповые консультации	1,0	0,5	0,5	0,5
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий	69,65	22,5	47,15	114,35
Контактная работа текущего контроля, в т.ч.				
защита контрольной работы				
защита расчетно-графической работы				
Самостоятельная работа текущего контроля, в т.ч.				
выполнение контрольной работы				
выполнение расчетно-графической работы				
Контактная работа промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч.	2,9	0,15	2,75	2,75
курсовая работа				
курсовой проект	2,5		2,5	2,5
зачет	0,15	0,15		
экзамен	0,25		0,25	0,25
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч.	54,45	8,85	45,6	74,4
выполнение курсового проекта	27,85		27,85	56,65
выполнение курсовой работы				
подготовка к зачету	8,85	8,85		
подготовка к экзамену	17,75		17,75	17,75
Вид промежуточной аттестации (зачёт, экзамен, курсовой проект (работа))	зачет курсовой проект экзамен	зачет	курсовой проект экзамен	курсовой проект экзамен

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план).

№ п/п	Раздел дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СР
очная форма обучения					
1.	Рабочие процессы и характеристики ДВС	14	-	26	22,5
2.	Конструкция и расчет автомобильных двигателей	16	-	32	47,15
заочная форма обучения					
1.	Рабочие процессы и характеристики ДВС	4	-	12	78
2.	Конструкция и расчет автомобильных двигателей	4	-	4	36,35

### 4.2. Содержание разделов учебной дисциплины.

#### 4.2.1. Рабочие процессы и характеристики ДВС.

##### Вводная часть.

Основные задачи курса. Роль энергетики в жизни современного общества. Краткая история создания и развития поршневых двигателей внутреннего сгорания. Области их применения. Проблемы топливно-энергетических ресурсов и охраны окружающей среды. Роль отечественной науки в разработке теории и конструкций ДВС. Научные центры и заводы, осуществляющие разработки проблем двигателестроения для автомобильного транспорта РФ. Классификация двигателей внутреннего сгорания. Терминология, принятая для основных типов двигателей. Задачи и направления развития автомобильных двигателей в нашей стране.

##### Циклы двигателей.

Действительные циклы 4-тактных ДВС: цикл двигателей с искровым зажиганием, цикл дизеля, понятие о цикле газодизеля. Действительные циклы 2-тактных ДВС. Понятие об основных показателях действительных циклов двигателей: индикаторное и эффективное средние давления, мощность, к.п.д. и удельные расходы топлива. Экологические показатели автомобильных двигателей: токсичность и дымность отработавших газов, акустические показатели двигателей. Эксплуатационные режимы работы автомобильных двигателей.

##### Топлива. Рабочие тела и их свойства.

Понятие о рабочих телах, применяемых в ДВС. Состав и основные свойства жидких и газообразных топлив, используемых в ДВС. Химические реакции окисления компонентов топлива. Количество воздуха, теоретически необходимое для полного сгорания топлива. Коэффициент избытка воздуха. Количество и состав горючей смеси. Теоретический состав и количество продуктов сгорания топлива при избытке и недостатке воздуха. Изменение числа молей при сгорании жидких и газообразных топлив. Теплота сгорания топлива и горючей смеси. Термодинамические свойства свежего заряда и продуктов сгорания, их зависимость от состава смеси и от температуры. Основные сведения об альтернативных топливах для автомобильных ДВС (газовые топлива, спирты, эфиры, водород и др.).

##### Процессы газообмена.

Условия протекания процессов газообмена в 4-тактных двигателях. Процессы газообмена при наддуве. Периоды и условия протекания процессов газообмена в 4-тактных двигателях. Влияние гидравлических сопротивлений и колебательных процессов в системах выпуска и впуска на эффективность очистки и наполнения цилиндров. Подогрев заряда. Фазы газораспределения. Образование направленного вихревого движения заряда в цилиндре в процессе впуска. Параметры рабочего тела в системе впуска и в конце процесса выпуска. Определение давления в цилиндре в конце процесса впуска. Коэффициент остаточных газов. Температура в конце процесса впуска. Коэффициент наполнения; вывод уравнений коэффициента остаточных газов и коэффициента наполнения. Расчет параметров газа в период газообмена с помощью ЭВМ. Конструктивные факторы, влияющие на коэффициент наполнения. Влияние скоростного и нагрузочного режимов ра-

боты двигателя на коэффициент наполнения. Газообмен при переменных фазах газораспределения. Практические значения параметров процессов газообмена. Влияние технического состояния ряда систем и механизмов двигателя, а также их эксплуатационных регулировок на процессы газообмена. Особенности процессов газообмена в 2-тактных двигателях. Понятие о коэффициенте продувки. Основные схемы продувки 2-тактных двигателей.

#### **Процесс сжатия.**

Цели осуществления процесса сжатия. Теплообмен между рабочим телом и стенками цилиндра в процессе сжатия. Показатель политропы сжатия; его изменение в процессе сжатия и среднее значение; влияние основных конструктивных и режимных факторов, а также технического состояния двигателя на показатель  $\eta_c$ . Образование и трансформация направленного движения заряда в процессе сжатия. Особенности процесса сжатия в дизелях с разделенными камерами сгорания. Факторы, обуславливающие величину степени сжатия. Термодинамический расчет параметров рабочего тела в конце сжатия и их значения для различных типов двигателей.

#### **Смесеобразование в двигателях с искровым зажиганием.**

Основные требования к процессам смесеобразования в двигателях с искровым зажиганием (дозирование топлива, гомогенизация смеси). Распыливание топлива при впрыскивании бензина и карбюрации. Образование топливной пленки. Сложный характер движения смеси по впускному тракту. Фракционирование топлива. Количественная и качественная неравномерность распределения смеси по цилиндрам. Образование расслоенных зарядов в двигателях с впрыскиванием бензина в цилиндр. Особенности гомогенизации смеси при работе на газообразных топливах. Влияние режима работы двигателя и его технического состояния на гомогенизацию смеси и распределение ее по цилиндрам. Основные сведения о гомогенизации смеси в процессе запуска и прогрева двигателя.

#### **Сгорание в двигателях с искровым зажиганием.**

Основные требования, предъявляемые к сгоранию топлива и тепловыделению в поршневых ДВС. Воспламенение гомогенной смеси от электрической искры. Нормальная скорость распространения пламени; факторы, на нее влияющие. Понятие о пределах распространения пламени. Турбулентное горение. Влияние масштаба турбулентных пульсаций на скорость распространения пламени и скорость сгорания. Ширина зоны горения во фронте турбулентного пламени. Фазы процесса сгорания и их анализ по развернутой индикаторной диаграмме. Распространение пламени в камере сгорания. Диссоциация продуктов сгорания. Влияние основных конструктивных факторов на процесс сгорания. Влияние эксплуатационных и режимных факторов на процесс сгорания в бензиновых и газовых двигателях: угол опережения зажигания, состав смеси, тепловое состояние двигателя, нагарообразование на поверхностях камеры сгорания, снижение компрессии цилиндров, параметры окружающей среды, скоростной и нагрузочный режимы. Детонационное сгорание. Внешние признаки детонации. Причины, вызывающие появление детонационного сгорания. Отрицательные последствия эксплуатации двигателя с детонацией и методы ее устранения в условиях эксплуатации автомобилей. Преждевременное воспламенение и факторы его вызывающие. Отрицательные последствия эксплуатации двигателя с преждевременным воспламенением. Сведения о последующем воспламенении смеси.

#### **Процессы смесеобразования в дизелях и газодизелях.**

Требования к смесеобразованию в дизелях. Распад струи топлива и образование капель. Средние диаметры капель и кривые распыливания. Геометрические параметры струи распыленного топлива. Основные факторы, влияющие на мелкость распыливания и развитие топливных струй. Влияние движения воздушного заряда на распределение топлива в камере сгорания. Испарение топлива. Смещение паров топлива с воздухом. Смесеобразование в неразделенных камерах. Особенности смесеобразования в разделенных камерах сгорания. Особенности смесеобразования при использовании альтернативных топлив. Влияние режима работы дизеля и его технического состояния на процессы смесеобразования.

#### **Воспламенение и сгорание в дизеле.**

Объемное воспламенение. Задержка воспламенения распыленных жидких топлив. Понятие о диффузионном горении. Массовая скорость сгорания.

Фазы процесса сгорания и их анализ по развернутой индикаторной диаграмме дизеля. Период задержки воспламенения и его зависимость от сорта топлива, термодинамических параметров заряда в момент начала впрыскивания, скоростного и нагрузочного режимов и др. Скорость нарастания давления в процессе сгорания в высокооборотном дизеле; мероприятия по ее снижению. Влияние конструктивных, эксплуатационных и режимных факторов на процесс сгорания и на эксплуатационную топливную экономичность дизеля.

#### **Термодинамические соотношения в процессе сгорания.**

Внутренний тепловой баланс двигателя. Уравнение сгорания. Коэффициенты использования теплоты и полного тепловыделения. Термодинамический расчет параметров состояния рабочего тела в конце сгорания. Понятие о расчете процесса сгорания с использованием ЭВМ. Значения параметров процесса сгорания.

#### **Процессы расширения и выпуска.**

Особенности процесса расширения в действительном цикле. Теплоотдача в стенки и догорание топлива. Показатель политропы расширения и влияние на его величину основных конструктивных, эксплуатационных и режимных факторов.

Термодинамический расчет давления и температуры рабочего тела в конце расширения; их практические величины.

#### **Индикаторные показатели цикла.**

Аналитические выражения среднего индикаторного давления двигателей с искровым зажиганием и дизелей. Индикаторные мощность, коэффициент полезного действия и удельный расход топлива; их аналитические выражения для двигателей, работающих на жидком и газообразном топливах. Связь между основными индикаторными показателями. Системный анализ влияния различных факторов на индикаторные показатели. Значения индикаторных показателей.

#### **Механические потери двигателя.**

Составляющие механических потерь. Потери на трение, их распределение по основным узлам двигателя. Потери на приведение в действие вспомогательных механизмов. Потери на процессы газообмена и привод компрессора. Среднее давление механических потерь. Механические потери в двигателях с наддувом. Влияние некоторых режимных факторов и технического состояния двигателя на механические потери.

#### **Эффективные показатели двигателя.**

Аналитические выражения эффективного крутящего момента, мощности и среднего давления. Механический КПД, влияние на его величину режима работы, а также технического состояния двигателя. Аналитические выражения эффективного КПД и удельного расхода топлива. Влияние на эффективные показатели двигателя его технического состояния, эксплуатационных регулировок и режимов работы. Значения эффективных показателей. Литровая мощность двигателя. Анализ методов форсирования двигателей. Литровая и удельная массы двигателя, их зависимость от степени форсирования, типа и конструктивных особенностей двигателя. Значения оценочных показателей для современных автомобильных двигателей.

#### **Тепловой баланс двигателя.**

Составляющие внешнего теплового баланса. Количество и доля теплоты, воспринимаемой системой охлаждения; возможность улучшения показателей двигателя за счет ее уменьшения. Теплота, уносимая отработавшими газами; возможности ее утилизации.

#### **Системы питания двигателей.**

Общая схема системы питания. Классификация систем питания двигателей с искровым зажиганием.

Схема системы питания при распределенном впрыскивании топлива. Принцип дозирования топлива. Преимущества впрыскивания бензина. Основные датчики, расходомеры воздуха. Преимущества и недостатки центрального впрыскивания в цилиндр. Регулировочные характеристики по составу смеси. Мощностная и экономическая регулировки. Скоростная и нагрузочная (дроссельная) характеристика идеального карбюратора. Течение воздуха по впускному тракту. Наивыгоднейшая форма и коэффициент расхода диффузора. Многоступенчатые диффузоры. Истечение топлива из жиклера. Характеристика элементарного карбюратора. Главная система, система хо-



лостого хода и обогатительная система. Корректирование характеристик карбюратора при разгоне двигателя. Насосы - ускорители. Дополнительные системы карбюраторов.

Особенности работы многокамерных карбюраторов.

Применение впрыскивания бензина. Аппаратура для впрыскивания бензина с электронным управлением.

Особенности топливоподачи в двигателях с форкамерно-факельным зажиганием.

Топливоподача в газовых двигателях. Смесители и редукторы газовых двигателей.

Классификация топливной аппаратуры дизелей, общая схема топливной системы ее элементы и их функции. Рассмотрение процесса впрыскивания как явления гидравлического удара. Неустановившееся движение сжимаемой жидкости в процессе впрыскивания топлива. Возможность возникновения дополнительного впрыскивания топлива. Топливные насосы высокого давления. Нагнетательные клапаны. Форсунки, их разновидности и характеристики.

Методы изменения цикловой подачи и фаз впрыскивания в зависимости от нагрузки. Характеристики подачи топливной системы по частоте вращения коленчатого вала. Методы корректирования характеристик подачи по внешней скоростной характеристике.

Системы с насос-форсунками и насосами распределительного типа. Топливные системы аккумуляторного типа. Микропроцессорное управление подачей топлива.

### **Наддув ДВС.**

Системы наддува. Их классификация и сравнительный анализ. Характеристики агрегатов наддува. Промежуточное охлаждение воздуха и его значение. Баланс мощности турбины и компрессора при газотурбинном наддуве. Методы регулирования систем наддува.

**Автоматическое регулирование частоты вращения и электронная система управления двигателем.**

Устойчивость режима работы двигателя. Необходимость установки регулятора на дизель. Одно-, двух- и всережимные регуляторы; их соответствие условиям эксплуатации различных автомобилей. Коэффициенты неравномерности и нечувствительности. Анализ статики регулирования. Изменение коэффициента неравномерности и нечувствительности в зависимости от частоты вращения.

Перспективы расширения применения микропроцессорного управления на автомобильных двигателях.

Улучшение эксплуатационных свойств двигателя и автомобиля при комплексном микропроцессорном управлении силовым агрегатом.

Программные и локально-замкнутые системы управления (СУ). Комплексные системы управления автомобильными двигателями, влияние состояния двигателя и эксплуатационных условий на работу системы управления.

### **Токсичность и дымность отработавших газов двигателей. Шумоизлучение.**

Образование токсичных веществ в двигателях. Нормирование токсичности отработавших газов двигателей с искровым зажиганием. Влияние эксплуатационных факторов на характеристики токсичности отработавших газов бензиновых и газовых двигателей. Системы снижения токсичности отработавших газов двигателей с искровым зажиганием (нейтрализаторы, рециркуляция и т.п.). Нормирование токсичности и дымности отработавших газов дизелей. Влияние эксплуатационных факторов на характеристики токсичности и дымности дизелей. Системы снижения токсичности и дымности отработавших газов дизелей (нейтрализаторы, рециркуляция, улавливание твердых частиц и т.д.). Акустические характеристики ДВС. Нормирование шума автомобильных двигателей. Уравнение акустического баланса. Шумоизлучение, связанное с осуществлением рабочего цикла. Методы снижения шумоизлучения при реализации рабочего цикла. Снижение шума ДВС. Осуществление вибро-шумоизоляции, вибро-шумопоглощения.

### **Регулировочные, скоростные и нагрузочные характеристики ДВС.**

Баланс мощности, развиваемой двигателем и воспринимаемой нагрузкой. Преимущественные эксплуатационные режимы. ГОСТы на методы стендовых испытаний автомобильных двигателей.

Внешняя и частичные скоростные характеристики двигателей с искровым зажиганием.

Скоростные и регуляторные характеристики дизеля. Понятие о коэффициенте приспособляемости и запасе крутящего момента. Влияние регулировок и технического состояния двигателя на его скоростную характеристику. Нагрузочные характеристики двигателя с искровым зажиганием и дизеля. Регулировочные характеристики по углу опережения зажигания и по составу смеси. Регулировочная характеристика дизеля по углу опережения впрыскивания. Характеристика холостого хода. Краткие сведения о многопараметровых характеристиках.

Понятие о неустановившихся режимах. Характеристики отдельных разновидностей неустановившихся режимов и их классификация. Факторы, определяющие неустановившиеся режимы. Критерии оценки режимов.

Сравнительная оценка параметров рабочих процессов на установившихся и на неустановившихся режимах.

#### **4.2.2. Конструкция и расчет автомобильных двигателей.**

##### **Кинематика и динамика кривошипно-шатунного механизма (КШМ).**

Типы КШМ, используемые в автомобильных двигателях. Рациональные области их применения. Конструктивные соотношения, определяющие кинематику и динамику КШМ, их влияние на технико-экономические и эксплуатационные показатели ДВС. Путь, скорость и ускорение поршня в двигателях с центральным КШМ. Средняя скорость поршня. Связь кинематических параметров КШМ двигателя с долговечностью и износостойкостью его элементов. Классификация сил, действующих в системе КШМ. Газовые силы; способы получения зависимости  $P_r = f(\varphi)$ . Силы инерции. Эквивалентная схема КШМ. Определение параметров эквивалентной модели. Силы инерции масс, совершающих возвратно-поступательное ( $p_j$ ) и вращательное движение  $K_r$ . Суммарные силы и моменты; их зависимость от угла поворота кривошипа. Определение нагрузок на шатунные и коренные шейки коленчатого вала многоцилиндрового двигателя. Полярные диаграммы нагрузок на коренные и шатунные шейки. Набегающие моменты. Суммарный крутящий момент многоцилиндрового двигателя. Методические основы анализа кинематики и динамики ПДВС с использованием ЭВМ

##### **Уравновешивание двигателя.**

Понятие уравновешенности двигателя. Факторы, вызывавшие неуравновешенность одноцилиндрового и многоцилиндрового ДВС. Общие условия уравновешенности и задачи уравновешивания. Принцип уравновешивания сил инерции масс, совершающих возвратно-поступательное и вращательное движение. Уравновешивание валов многоцилиндровых двигателей. Назначение и принципы размещения противовесов. Принцип и анализ уравновешенности рядных и V-образных двигателей (на примере 4-цилиндрового 4-тактного рядного двигателя и 8-цилиндрового V-образного с углом развала цилиндров  $90^\circ$ ). Сведения об уравновешенности 6-цилиндровых рядных 4-тактных двигателей, а также 4-х, 6-ти и 12-цилиндровых V-образных 4-тактных двигателей. Технологическая неуравновешенность двигателей и методы ее контроля. Алгоритм анализа уравновешенности ПДВС на ЭВМ. Коэффициент неравномерности крутящего момента; его зависимость от числа и расположения цилиндров двигателя, режима его работы и нарушения условий эксплуатации. Неравномерность хода двигателя; ее оценка. Меры, обеспечивающие получение требуемой степени равномерности хода. Подбор маховика автомобильного и тракторного двигателей.

##### **Общие методы расчета двигателей.**

Принципы конструирования автомобильных двигателей. Методы расчета элементов двигателей. Знакопеременная нагрузка. Определение запасов прочности. Расчетные режимы работы двигателей. Методы оценки динамической и тепловой напряженности элементов д.в.

##### **Корпусные элементы автомобильных двигателей.**

Компоновочные схемы корпусов автомобильных двигателей. Силовые схемы корпусов автомобильных двигателей с различным способом охлаждения. Краткие сведения по материалам и технологии изготовления корпусов ДВС. Требования к конструкции корпусов ДВС. Конструктивные формы элементов блок-картеров. Конструктивные примеры повышения жесткости блока

цилиндров и картера. Способы уменьшения виброакустической активности корпусов автомобильных двигателей. Организация охлаждения блока и головки цилиндров. Уплотняющие прокладки. Определение деформации картера и головки методом конечных элементов. Элементы упругой подвески двигателя, колебания двигателя на подвеске. Характеристики колебаний двигателя на подвеске. Требования к упругим элементам подвески. Виброакустические свойства подвески. Основы экспериментальных и расчетных методов анализа колебаний ПДВС на подвеске с использованием ЭВМ. Способы управления параметрами колебаний ПДВС на подвеске. Компонировка на двигателе навесных вспомогательных агрегатов и механизмов.

#### **Цилиндровая группа**

Цилиндровые гильзы, их типы, материалы и технология изготовления. Методы повышения их прочности и надежности. Определение надежности газового стыка и расчет силовых шпилек на выносливость.

#### **Поршневая группа**

Условия работы и требования, предъявляемые к деталям поршневой группы. Поршни, их конструктивные формы и применяемые материалы. Профилирование головок и юбок поршней. Способы регулирования тепловой напряженности поршня. Особенности конструкций поршней при использовании заземленных пальцев. Основы профилирования юбок поршней автомобильных двигателей различного типа. Оценка износостойкости юбки поршня. Поршневые кольца. Условия работы и требования к конструкции компрессионных и маслоъемных колец. Конструкция, материалы и технология изготовления поршневых колец. Методы оценки работоспособности колец. Способы повышения долговечности и надежности поршневых колец и оценка их напряженного состояния. Поршневой палец. Классификация конструкции поршневых пальцев по способу сочленения с головкой шатуна. Организация смазки пальца. Конструкция, материалы и технология изготовления. Оценка напряженного состояния поршневого пальца и его предельной диаметральной деформации. Определение необходимых температурных и монтажных зазоров в элементах поршневой группы.

#### **Шатунная группа.**

Шатуны однорядных и V-образных двигателей. Условия работы и требования, предъявляемые к ним. Применяемые материалы и технология изготовления. Расчет отдельных элементов шатуна и шатунных болтов. Методы упрочнения шатунов. Зазоры в сочленениях поршневой и кривошипной головок шатуна.

#### **Группа коленчатого вала.**

Коленчатые валы и их элементы; условия работы и основные требования, предъявляемые к ним. Статистические данные по характерным размерам элементов вала. Размещение масляных каналов. Галтели. Формы шеек. Перекрытие шеек. Уплотнение концов коленчатого вала. Подшипники коленчатого вала и их типы. Удельные давления на шейки вала. Радиальные и торцевые зазоры. Составные валы. Кованые и литые валы. Применяемые материалы. Расчет коленчатого вала: разрезная и неразрезная схемы, последовательность расчета коренных шеек, шатунных шеек и щек вала. Конструктивные и технологические методы упрочнения валов. Методические основы применения ЭВМ для анализа на-груженности элементов ЦПГ, группы шатуна и коленчатого вала. Основные определения. Причины возникновения крутильных колебаний валов. Эквивалентные схемы. Методы уменьшения крутильных колебаний. Методические основы анализа крутильных колебаний на ЭВМ. Принципы проектирования гасителей крутильных колебаний.

#### **Механизм газораспределения.**

Классификация механизмов газораспределения. Клапанные механизмы и их элементы. Клапаны, их типы, число и размещение, конструктивные формы. Основные размеры клапанов. Определение диаметра горловины клапана и ее проходного сечения. Кулачковые валы и их размещение. Конструкция кулачковых валов. Классификация приводов к клапанам от кулачкового вала. Механические, гидравлические, гидромеханические и электромеханические системы управления фазами газораспределения и величиной открытия клапанов. Проектирование кулачков. Кинематика и динамика клапанного механизма. Безударные кулачки и кулачки типа «полидайн» Приведенная масса и силы, действующие в клапанном механизме. Сравнительная характеристика про-

филей. Зазоры в клапанном механизме. Клапанные пружины. Подбор характеристики клапанной пружины и определение ее размеров. Характерные проявления неисправностей и появление повышенных износов в элементах механизма газораспределения. Расчет элементов МГР на ЭВМ.

#### **Системы двигателей.**

Смазочная система двигателя. Назначение и основные типы смазочных систем автомобильных двигателей. Расчет подшипников скольжения коленчатого вала на основе гидродинамической теории смазки. Место подвода масла к подшипникам. Определение количества масла, циркулирующего в двигателе, и необходимой емкости смазочной системы. Элементы смазочных систем и их конструктивные разновидности. Схемы подвода к трущимся деталям. Определение размеров масляного насоса. Масляные фильтры. Центробежные фильтры и их установка на двигателе. Вентиляция картера.

Система охлаждения. Классификация систем охлаждения. Общие требования к конструкции системы охлаждения автомобильных двигателей. Сравнительная оценка систем воздушного и жидкостного охлаждения. Регулирование теплового состояния двигателя. Термостаты, вентиляторы. Программируемые термостаты. Определение размеров радиатора, вентилятора и водяного насоса. Основные соотношения по расчету системы воздушного охлаждения.

Системы газообмена. Требования, предъявляемые к системам впуска и выпуска и к их компоновке на двигателе. Конструкция и материалы основных элементов систем. Подбор параметров элементов впускных систем. Краткие сведения о гидравлическом расчете впускных трактов. Системы с управляемыми фазами газораспределения и законами подъема клапана. Регулируемая длина впускных трактов. Система выпуска и методика подбора параметров глушителей шума выпуска. Агрегаты воздухопитания двигателей с наддувом. Турбокомпрессоры; охладители наддувочного воздуха.

Системы пуска двигателя. Момент сопротивления прокручиванию двигателя; расчет мощности пускового устройства. Системы предпускового подогрева; расчет теплопроизводительности подогревателя. Конструкция пусковых средств, используемых на автотракторных двигателях.

#### **4.3. Перечень тем лекций.**

№ п/п	Тема лекции	Объем, ч	
		Форма обучения	
		Очная форма обучения	Заочная форма обучения
<b>Раздел 1. Рабочие процессы и характеристики ДВС.</b>			
1.	Введение. Теоретические и действительные циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Процессы действительных циклов.	2	0,5
2.	Процесс газообмена. Показатели качества организации процессов газообмена. Использование наддува в двигателях. Процесс сжатия. Основные показатели процесса сжатия.	2	0,5
3.	Процесс сгорания. Расчет показателей процесса сгорания. Фазы и особенности развития процессов сгорания в двигателях с принудительным воспламенением и с воспламенением от сжатия. Нарушение процессов сгорания.	2	0,5
4.	Процесс расширения. Основные показатели процесса расширения. Индикаторные и эффективные показатели двигателей. Расчет основных показателей рабочего цикла, определение механических потерь. Тепловой баланс двигателя.	2	0,5
5.	Испытания двигателей внутреннего сгорания. Виды стендовых испытаний. Регулировочные характеристики двигателей.	2	1

№ п/п	Тема лекции	Объем, ч	
		Форма обучения	
		Очная форма обучения	Заочная форма обучения
6.	Скоростные характеристики двигателей. Нагрузочные и регуляторные характеристики двигателей внутреннего сгорания. Понятие о многопараметровых характеристиках.	2	1
7.	Экологические характеристики двигателей. Состав отработавших газов двигателей. Нормирование дымности и токсичности двигателей.	2	-
<b>Итого по разделу 1</b>		14	4
Раздел 2. Конструкция и расчет автомобильных двигателей.			
1.	Кинематика и динамика кривошипно-шатунного механизма.	2	1
2.	Уравновешивание двигателя.	2	1
3.	Общие методы расчета деталей двигателей.	2	2
4.	Корпусные элементы автомобильных двигателей.	2	-
5.	Цилиндровая группа. Поршневая группа.	2	-
6.	Шатунная группа. Группа коленчатого вала.	2	-
7.	Механизм газораспределения.	2	-
8.	Системы двигателей.	2	-
<b>Итого по разделу 2</b>		16	4
<b>Всего</b>		<b>30</b>	<b>8</b>

**4.4. Перечень тем практических занятий (семинаров).**

Не предусмотрены.

**4.5. Перечень тем лабораторных работ.**

№ п/п	Тема лабораторной работы	Объем, ч	
		Форма обучения	
		Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Раздел 1. Рабочие процессы и характеристики ДВС.			
1.	Введение. Методы проведения испытаний. Оборудование, используемое для испытаний автомобильных двигателей и дизельной топливной аппаратуры. Правила техники безопасности при работе на оборудовании.	2	2
2.	Характеристика топливного насоса по подаче топлива и давлению начала впрыска.	2	2
3.	Скоростная и регуляторная характеристика топливного насоса.	2	-
4.	Обработка и анализ результатов испытаний.	2	-
5.	Регулировочная характеристика дизеля по подаче топлива.	2	-
6.	Регуляторная характеристика дизеля.	2	2
7.	Обработка и анализ результатов испытаний.	2	2
8.	Определение механического КПД дизеля.	2	-
9.	Регулировочная характеристика дизеля по углу определения подачи топлива.	2	-

№ п/п	Тема лабораторной работы	Объем, ч	
		Форма обучения	
		Очная форма обучения	Заочная форма обучения
10.	Обработка и анализ результатов испытаний.	2	-
11.	Регулировочная характеристика карбюраторного двигателя по составу горючей смеси.	2	-
12.	Регулировочная характеристика бензинового двигателя по углу опережения зажигания.	2	2
13.	Итоговое занятие по лабораторным работам.	2	2
<b>Итого по разделу 1</b>		<b>26</b>	<b>12</b>
Раздел 2. Конструкция и расчет автомобильных двигателей.			
1.	Теоретические и действительные циклы двигателей	10	2
2.	Показатели работы двигателя	4	-
3.	Тепловой баланс двигателя	2	-
4.	Кинематика и динамика двигателя	4	-
5.	Уравновешивание двигателя	4	-
6.	Расчет поршневой группы и шатуна	4	2
7.	Расчет механизма газораспределения	2	-
8.	Расчет систем двигателя	2	-
<b>Итого по разделу 2</b>		<b>32</b>	<b>4</b>
<b>Всего</b>		<b>62</b>	<b>16</b>

#### 4.6. Виды самостоятельной работы обучающегося.

##### 4.6.1. Подготовка к аудиторным занятиям.

Подготовка обучающегося к аудиторным занятиям по разделу «Рабочие процессы и характеристики ДВС» заключается в изучении по учебно-методическому пособию «Испытания двигателей внутреннего сгорания» методик проведения испытаний топливной аппаратуры и двигателей, оформление результатов испытаний и анализа полученных результатов.

Для подготовки к аудиторным занятиям по разделу «Конструкция и расчет автомобильных двигателей» обучающиеся используют учебно-методическое пособие «Тепловой и динамический расчет двигателя», в которой изложена методика выполнения курсового проекта. Кроме того, обучающиеся готовят вопросы по выполняемому ими курсовому проекту.

##### 4.6.2. Перечень тем курсовых проектов.

Расчетно-пояснительная записка включает в себя техническую характеристику и описание конструкции базовой системы питания двигателя и газовой модификации, тепловой расчет на базовом (жидком) и газовом топливе, расчет и построение внешней скоростной характеристики, динамический расчет КШМ, анализ уравновешивания двигателя, расчеты поршневой и шатунной групп, механизма газораспределения, систем охлаждения, смазки, питания, выводы по работе. Объем расчетно-пояснительной записки должен составлять 40 - 45 страниц.

Графическая часть в себя должна включать графики динамического анализа, поперечный разрез двигателя, выполненные на бумаге формата А1.

Тепловой и динамический расчет автомобильного двигателя .....(марка двигателя выбирается из таблицы), расчет ... (поршневой или шатунной группы задается преподавателем).

## Бензиновые двигатели

№	Автомобиль	Двигатель	Базовое топливо	Газовое топливо
1	ВАЗ 2101	ВАЗ 2101	АИ 92	СНГ
2	ВАЗ 2103	ВАЗ 2103	АИ 92	СНГ
3	ВАЗ 2103	ВАЗ 21031	АИ 92	КПГ
4	ВАЗ 2106	ВАЗ 2106	АИ 92	СНГ
5*	ВАЗ 2106	ВАЗ 2106	А 80	СНГ
6	ВАЗ 2106	ВАЗ 2106	АИ 92	КПГ
7	ВАЗ 1111	ВАЗ 11113	АИ 92	СНГ
8	ВАЗ 1111	ВАЗ 11113	АИ 92	КПГ
9*	ВАЗ 1111	ВАЗ 11113	А 80	СНГ
10	ВАЗ 21099	ВАЗ 21083	АИ 95	СНГ
11	ВАЗ 2110	ВАЗ 21083	АИ 95	КПГ
12*	ВАЗ 2109	ВАЗ 21083	А 80	СНГ
13	ВАЗ 2112	ВАЗ 2112	АИ 95	СНГ
14	ВАЗ 2110	ВАЗ 2112	АИ 95	КПГ
15*	ВАЗ 2112	ВАЗ 2112	А 80	СНГ
16	ВАЗ 2120	ВАЗ 21203	АИ 95	СНГ
17	ВАЗ 2120	ВАЗ 21203	АИ 95	КПГ
18*	УАЗ 3151	УМЗ 4178	АИ 92	КПГ
19*	УАЗ 3303	УМЗ 4178	АИ 92	СНГ
20	ГАЗ 31029	ЗМЗ 402.10	АИ 92	СНГ
21	ГАЗ 3102	ЗМЗ 4022.10	АИ 92	СНГ
22	ГАЗ 3110	ЗМЗ 4062.10	АИ 95	СНГ
23	ГАЗ 2203	ЗМЗ 4063.10	АИ 95	КПГ
24*	ГАЗ 3307	ЗМЗ 53-11	АИ 92	СНГ
25	ГАЗ 14	ГАЗ 14	АИ 98	СНГ
26*	ЗИЛ 431410	ЗИЛ 508.10	АИ 92	КПГ
27*	ЗИЛ 157	ЗИЛ 157 К	АИ 92	СНГ
28	ЗИЛ 41047	ЗИЛ 4104	АИ 98	СНГ

Примечание: \* - вариант требует изменения степени сжатия базового двигателя \*\* - сжиженный нефтяной газ \*\*\* - компримированный природный газ.

## Дизельные двигатели

№	Автомобиль	Двигатель	Базовое топливо	Газ
1	ВАЗ 2104	ВАЗ 341	ДТ	КПГ
2	МАЗ 5337	ЯМЗ 236М2	ДТ	КПГ

№	Автомобиль	Двигатель	Базовое топливо	Газ
3	МАЗ 5336	ЯМЗ 238Б	ДТ	КПГ
4	МАЗ 53362	ЯМЗ 238Д	ДТ	КПГ
5	КамАЗ 5320	КамАЗ 740.10	ДТ	КПГ
6	КамАЗ 53212	КамАЗ 740.20	ДТ	КПГ
7	КамАЗ 4310	КамАЗ 740.51	ДТ	КПГ
8	ЛиАЗ 5256	КамАЗ 7408	ДТ	КПГ
9	ЛАЗ 4202	КамАЗ 7483	ДТ	КПГ
10	УРАЛ 4320	КамАЗ 740.13	ДТ	КПГ
11	КрАЗ 255Б	ЯМЗ 238Л	ДТ	КПГ
12	МАЗ 64224	ЯМЗ 238Н	ДТ	КПГ
13	КрАЗ 260	ЯМЗ 238НБ	ДТ	КПГ
14	МАЗ 5432	ЯМЗ 238Б	ДТ	КПГ
15	ЗИЛ 5301	Д 245.12	ДТ	КПГ
16	ГАЗ 2752	ГАЗ 560	ДТ	КПГ

#### 4.6.3. Перечень тем рефератов, расчетно-графических работ.

Не предусмотрены.

#### 4.6.4. Перечень тем для самостоятельного изучения студентами.

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объем, ч	
			Форма обучения	
			Очная	Заочная
Раздел 1. Рабочие процессы и характеристики ДВС.				
1.	Термодинамические, расчетные и действительные циклы. Основные процессы действительных циклов поршневых двигателей.	Стуканов, В.А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля: Учебное пособие / В.А. Стуканов. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с. <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=391856">http://znanium.com/bookread.php?book=391856</a> С. 5-46	2	6
2.	Процесс впуска. Основные периоды процесса впуска в четырехтактных двигателях. Параметры, характеризующие процесс впуска: давление и температура окружающей среды, сопротивление впускного тракта, подогрев заряда.	Стуканов, В.А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля: Учебное пособие / В.А. Стуканов. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с. <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=391856">http://znanium.com/bookread.php?book=391856</a> С. 51-58	2	6
3.	Остаточные газы, коэффициент остаточных газов. Объем, давление и	Стуканов, В.А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля: Учебное пособие / В.А. Стуканов. - М.: ИД	2	6



№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объем, ч	
			Форма обучения	
			Очная	Заочная
	температура газов в конце впска. Коэффициент наполнения. Влияние на показатели газообмена в двигателе конструктивных и эксплуатационных факторов.	ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с. <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=391856">http://znanium.com/bookread.php?book=391856</a> С. 59-65		
4.	Процесс сжатия. Степень сжатия, выбор степени сжатия. Теплообмен при сжатии. Показатель политропы сжатия.	Стуканов, В.А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля: Учебное пособие / В.А. Стуканов. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с. <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=391856">http://znanium.com/bookread.php?book=391856</a> С. 65-67	2	6
5.	Параметры рабочего тела в конце процесса сжатия. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на параметры процесса сжатия.	Стуканов, В.А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля: Учебное пособие / В.А. Стуканов. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с. <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=391856">http://znanium.com/bookread.php?book=391856</a> С. 67-68	2	6
6.	Теоретически необходимое и действительное количество воздуха для сгорания топлива. Коэффициент избытка воздуха. Состав продуктов сгорания при избытке и недостатке воздуха. Коэффициент молекулярного изменения.	Стуканов, В.А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля: Учебное пособие / В.А. Стуканов. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с. <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=391856">http://znanium.com/bookread.php?book=391856</a> С. 68-72, 81-88	2	6
7.	Давление и объем газов в конце процесса сгорания.	Стуканов, В.А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля: Учебное пособие / В.А. Стуканов. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с. <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=391856">http://znanium.com/bookread.php?book=391856</a> С. 74-78	2	6
8.	Догорание в процессе расширения. Теплообмен между газами и стенками цилиндра. Показатель политропы расширения.	Стуканов, В.А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля: Учебное пособие / В.А. Стуканов. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с. <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=391856">http://znanium.com/bookread.php?book=391856</a> С. 89-91	2	6
9.	Объем, давление и температура газов в конце расширения. Влияние эксплуатационных факторов на процесс расширения.	Стуканов, В.А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля: Учебное пособие / В.А. Стуканов. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с. <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=391856">http://znanium.com/bookread.php?book=391856</a> С. 91-92	2	6

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объем, ч	
			Форма обучения	
			Очная	Заочная
10.	Процесс впуска. Давление, температура и объем газов в конце впуска.	Стуканов, В.А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля: Учебное пособие / В.А. Стуканов. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с. <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=391856">http://znanium.com/bookread.php?book=391856</a> С. 53-59	2	6
11.	Расчетная индикаторная диаграмма. Среднее индикаторное давление. Индикаторная мощность. Индикаторный КПД и удельный расход топлива.	Стуканов, В.А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля: Учебное пособие / В.А. Стуканов. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с. <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=391856">http://znanium.com/bookread.php?book=391856</a> С. 93-100	2,5	6
12.	Эффективные показатели двигателя. Влияние на эффективные показатели механических потерь, скоростного режима, состава горючей смеси, условий окружающей среды.	Стуканов, В.А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля: Учебное пособие / В.А. Стуканов. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с. <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=391856">http://znanium.com/bookread.php?book=391856</a> С. 100-109	-	6
13.	Какими показателями оценивается токсичность, отработавших газов для дизелей и бензиновых двигателей.	Стуканов, В.А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля: Учебное пособие / В.А. Стуканов. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с. <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=391856">http://znanium.com/bookread.php?book=391856</a> С. 63-65	-	6
<b>Итого по разделу 1</b>			<b>22,5</b>	<b>78</b>
<b>Раздел 2. Конструкция и расчет автомобильных двигателей.</b>				
1.	Расчеты на прочность при одноосном напряженном состоянии и чистом сдвиге (кручении)	Гоц, А.Н. Расчеты на прочность деталей ДВС при напряжениях, переменных во времени: Учебное пособие / А.Н.Гоц. - 3 изд., испр. и доп. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 208с. <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=406090">http://znanium.com/bookread.php?book=406090</a> С. 85-94	12	9
2.	Расчет коленчатого вала четырехтактного двигателя	Гоц, А.Н. Расчеты на прочность деталей ДВС при напряжениях, переменных во времени: Учебное пособие / А.Н.Гоц. - 3 изд., испр. и доп. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 208с. <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=406090">http://znanium.com/bookread.php?book=406090</a> С. 103-119	12	9

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объем, ч	
			Форма обучения	
			Очная	Заочная
3.	Расчет поршневого пальца	Гоц, А.Н. Расчеты на прочность деталей ДВС при напряжениях, переменных во времени: Учебное пособие / А.Н.Гоц. - 3 изд., испр. и доп. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 208с. <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=406090">http://znanium.com/bookread.php?book=406090</a> С. 120-124	12	9
4.	Расчет деталей на переменные нагрузки с использованием метода конечных элементов	Гоц, А.Н. Расчеты на прочность деталей ДВС при напряжениях, переменных во времени: Учебное пособие / А.Н.Гоц. - 3 изд., испр. и доп. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 208с. <a href="http://znanium.com/bookread.php?book=406090">http://znanium.com/bookread.php?book=406090</a> С. 152-159	11,15	9,35
<b>Итого по разделу 2</b>			<b>47,15</b>	<b>36,35</b>
<b>Всего</b>			<b>69,65</b>	<b>114,35</b>

#### 4.6.5. Другие виды самостоятельной работы студентов.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1.	Оформление рабочих тетрадей и отчетов по лабораторным работам
2.	Выполнение курсовой работы

#### 4.7. Перечень тем и видов занятий, проводимых в интерактивной форме.

№ п/п	Форма занятия	Тема занятия	Интерактивный метод	Объем, ч
1	Лабораторно-практическое занятие	Регулировочная характеристика дизеля по подаче топлива. Регуляторная характеристика дизеля.	Дискуссия	2
2	Лабораторно-практическое занятие	Определение механического КПД дизеля. Регулировочная характеристика дизеля по углу определения подачи топлива.	Дискуссия	2
3	Лабораторно-практическое занятие	Регулировочная характеристика карбюраторного двигателя по составу горючей смеси. Регулировочная характеристика инжекторного двигателя по углу опережения зажи-	Дискуссия	2

		гания.		
4	Лабораторно-практическое занятие	Кинематика и динамика двигателя	Анализ конкретных ситуаций	2
5	Лабораторно-практическое занятие	Уравновешивание двигателя	Анализ конкретных ситуаций	2
6	Лабораторно-практическое занятие	Расчет поршневой группы и шатуна	Анализ конкретных ситуаций	2
7	Лабораторно-практическое занятие	Расчет механизма газораспределения	Анализ конкретных ситуаций	2

## 5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Полное описание фонда оценочных средств текущей и промежуточной аттестации обучающихся с перечнем компетенций, описанием показателей и критериев оценивания компетенций, шкал оценивания, типовые контрольные задания и методические материалы представлены в фонде оценочных средств по данной дисциплине (в виде отдельного документа).

## 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 6.1. Рекомендуемая литература.

№ п/п	Перечень и реквизиты литературы (автор, название, год и место издания)	Кол-во экз. в библиотеке.
1	Автомобильные двигатели: курсовое проектирование: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Автомобили и автомобильное хоз-во" и "Сервис трансп. и технол. машин и оборудования (Автомобильный трансп.)" направления подготовки "Эксплуатация назем. трансп. и трансп. оборудования" / под ред. Г. М. Шатрова - М.: Академия, 2011 - 255 с.	20
2	Автомобильные двигатели: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Автомобили и автомобильное хоз-во" и "Сервис трансп. и технол. машин и оборудования (Автомобильный трансп.)" направления подготовки "Эксплуатация назем. трансп. и трансп. оборудования" / под ред. М. Г. Шатрова - М.: Академия, 2011 - 462 с.	20
3	Гоц А. Н. Расчеты на прочность деталей ДВС при напряжениях, переменных во времени [электронный ресурс]: Учебное пособие / Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых - Москва: Издательство "ФОРУМ", 2013 - 208 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум]	ЭИ
4	Стуканов В. А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля [электронный ресурс]: Учебное пособие / Научно-Исследовательский Институт сельского хозяйства центрально-черноземной полосы имени В.В.Докучаева - Москва: Издательский Дом "ФОРУМ", 2020 - 368 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум]	ЭИ
5	Тарасик В. П. Теория автомобилей и двигателей [электронный ресурс]: Учебное пособие / Белорусско-Российский университет - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019 - 448 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум]	ЭИ

**6.1.2. Дополнительная литература.**

№ п/п	Перечень и реквизиты литературы (автор, название, год и место издания)	Кол-во экз. в библиотеке.
1	Автомобильные двигатели: учебно-методическое пособие для выполнения курсового проекта по дисциплине "Автомобильные двигатели" для направления 23.03.03 (190600) - "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", профиль подготовки бакалавра "Автомобили и автомобильное хозяйство" и по дисциплине "Энергетические установки наземных транспортно-технологических средств" по специальности 23.05.01 (190109) - "Наземные транспортно-технологические средства" / Воронеж. гос. аграр. ун-т ; [сост.: О.И. Поливаев, В.А. Байбарин, А.В. Божко, О.М. Костиков, О.С. Ведринский ; под ред. О.И. Поливаева] - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2014 - 93 с. [ЦИТ 9352] [ПТ]	36
2	Испытания двигателей внутреннего сгорания: учебно-метод. пособие для выполнения лаб. практикума по разделу "Основы теории тракторных и автомобильных двигателей" ... / Воронеж. гос. аграр. ун-т; [сост. : В. А. Байбарин, В. Е. Сухинин, А. В. Божко; под ред. О. И. Поливаева] - Воронеж: ВГАУ, 2009 - 101 с. [ЦИТ 4145] [ПТ]	187
3	Колчин А. И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Автомобиле- и тракторостроение" ... / А. И. Колчин, В. П. Демидов - М.: Высш. шк., 2008 - 496 с.	49
4	Манойлина С. З. Улучшение отопления кабин сельскохозяйственных тракторов с двигателями воздушного охлаждения: монография / С. З. Манойлина; Воронежский государственный аграрный университет - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2017 - 152 с. [ЦИТ 17211] [ПТ]	4
5	Николаенко А. В. Энергетические машины и установки: Двигатели внутреннего сгорания: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров 551800-"Технологические машины ... / А. В. Николаенко, В. С. Шкрабак - СПб.: Изд-во СПбГАУ, 2005 - 438 с.	15

**6.1.3. Методические издания.**

№ п/п	Перечень и реквизиты литературы (автор, название, год и место издания)	Кол-во экз. в библиотеке.
1	Автомобильные двигатели [Электронный ресурс]: рабочая тетрадь и методические указания для выполнения лабораторных работ обучающихся по направлению 23.03.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" / Воронежский государственный аграрный университет ; [сост. : А. В. Божко, О. М. Костиков, О. С. Ведринский] - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2019 [ПТ]	ЭИ

**6.1.4. Периодические издания.**

№ п/п	Перечень периодических изданий
1	Автомобиль и сервис: первый автосервисный журнал / Гл. ред. Ю. Буцкий - Москва: АВС, 2008-
2	Автомобильный транспорт: ежемесячный иллюстрированный специализированный журнал / Министерство транспорта РФ - Москва: Автомобильный транспорт, 1953-
3	Вестник Воронежского государственного аграрного университета: теоретический и научно-практический журнал / Воронеж. гос. аграр. ун-т - Воронеж: ВГАУ, 1998-
4	За рулем: [журнал]: [16+] / учредитель : ОАО "За рулем" - Москва: За рулем, 2007-

## 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины.

### 1. Электронные полнотекстовые ресурсы Научной библиотеки ВГАУ (<http://library.vsau.ru/>)

Наименование ресурса	Сведения о правообладателе	Адрес в сети Интернет
ЭБС «Znanium.com»	ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
ЭБС издательства «Лань»	ООО «Издательство Лань»	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
ЭБС издательства «Прспект науки»	ООО «Прспект науки»	<a href="http://www.prospektnauki.ru">www.prospektnauki.ru</a>
ЭБС «Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ»	ООО «ТРАНСЛОГ»	<a href="http://rucont.ru/">http://rucont.ru/</a>
Электронные информационные ресурсы ФГБНУ ЦНСХБ (терминал удаленного доступа)	Федеральное гос. бюджетное учреждение «Центральная научная сельскохозяйственная библиотека»	<a href="http://www.cnsheb.ru/terminal/">http://www.cnsheb.ru/terminal/</a>
Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU	ООО «РУНЭБ»	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>
Электронный архив журналов зарубежных издательств	НП «Национальный Электронно-Информационный Консорциум»	<a href="http://archive.neicon.ru/">http://archive.neicon.ru/</a>
Национальная электронная библиотека	Российская государственная библиотека	<a href="https://нэб.рф/">https://нэб.рф/</a>

### Сайты и порталы

1. Заволжский моторный завод [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.zmz.ru>.
2. ПАО «КАМАЗ» [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://kamaz.ru>
3. Ульяновский моторный завод [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://umz-gaz.ru>.
4. Горьковский автомобильный завод [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://azgaz.ru>.
5. ПАО "Автодизель" (ЯМЗ) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ymzmotor.ru>.
6. ПАО "АВТОВАЗ" [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.lada.ru>.
7. Все ГОСТы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://vsegost.com/>
8. Каталог всех действующих в РФ ГОСТов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gostbaza.ru/>

## Журналы

1. Автосервис. – <http://панор.pdf/journals/avtoservis/>
2. За рулем. - <https://www.zr.ru>

**6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.****6.3.1. Программное обеспечение общего назначения.**

№	Название	Размещение
1	Операционные системы MS Windows / Linux (ALT Linux)	ПК в локальной сети ВГАУ
2	Пакеты офисных приложений Office MS Windows / OpenOffice / LibreOffice	ПК в локальной сети ВГАУ
3	Программы для просмотра файлов Adobe Reader / DjVu Reader	ПК в локальной сети ВГАУ
4	Браузеры Google Chrome / Mozilla Firefox / Internet Explorer	ПК в локальной сети ВГАУ
5	Антивирусная программа DrWeb ES	ПК в локальной сети ВГАУ
6	Программа-архиватор 7-Zip	ПК в локальной сети ВГАУ
7	Мультимедиа проигрыватель MediaPlayer Classic	ПК в локальной сети ВГАУ
8	Платформа онлайн-обучения eLearning server	ПК в локальной сети ВГАУ
9	Система компьютерного тестирования AST Test	ПК в локальной сети ВГАУ

**6.3.2. Специализированное программное обеспечение.**

№	Название	Размещение
1	Система трехмерного моделирования Kompas 3D	ПК в локальной сети ВГАУ

**6.3.3. Профессиональные базы данных и информационные системы.**

№	Название	Размещение
1	Справочная правовая система Гарант	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
2	Справочная правовая система Консультант Плюс	<a href="http://ivo.garant.ru">http://ivo.garant.ru</a>
3	Профессиональные справочные системы «Кодекс»	<a href="https://техэксперт.сайт/sistema-kodeks">https://техэксперт.сайт/sistema-kodeks</a>

**6.3.4. Аудио- и видеоматериалы.**

Нет.

**6.3.5. Компьютерные презентации учебных курсов.**

№ п/п	Темы лекций, по которым подготовлены презентации
Раздел 1. Рабочие процессы и характеристики ДВС.	
1.	Введение. Теоретические и действительные циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Процессы действительных циклов.
2.	Процесс газообмена. Показатели качества организации процессов газообмена. Использование наддува в двигателях. Процесс сжатия. Основные показатели процесса сжатия.
3.	Процесс сгорания. Расчет показателей процесса сгорания. Фазы и особенности развития процессов сгорания в двигателях с принудительным воспламенением и с воспламенением от сжатия. Нарушение процессов сгорания.

4.	Процесс расширения. Основные показатели процесса расширения. Индикаторные и эффективные показатели двигателей. Расчет основных показателей рабочего цикла, определение механических потерь. Тепловой баланс двигателя.
5	Испытания двигателей внутреннего сгорания. Виды стендовых испытаний. Регулировочные характеристики двигателей.
6	Скоростные характеристики двигателей. Нагрузочные и регуляторные характеристики двигателей внутреннего сгорания. Понятие о многопараметровых характеристиках.
7	Экологические характеристики двигателей. Состав отработавших газов двигателей. Нормирование дымности и токсичности двигателей.
Раздел 2. Конструкция и расчет автомобильных двигателей.	
нет	

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

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, презентационное оборудование, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Google Chrome / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13
Лаборатория, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия: автомобиль (разрез), двигатели (разрезы), коробки передач автомобилей (разрезы), вариаторная коробка передач (разрез), двигатель с впрыском бензина (разрез)	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13, а.8
Лаборатория, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия: двигатели (разрезы), элементы двигателя (ТНВД), форсунки, карбюраторы, подкачивающие насосы,	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13, а.9



<p>стенд «КШМ и ГРМ», стенд «Система питания карбюраторного двигателя», стенд «Система питания дизельного двигателя», стенд «Система питания двигателя с впрыском топлива»</p>	
<p>Лаборатория, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия: трактор, трактор (разрез), трансмиссия трактора (разрез), ведущий мост трактора (разрез), ведущий мост автомобиля (разрез), механизмы поворота тракторов, главная передача трактора, коробка передач трактора (разрез), рулевой механизм трактора (разрез), элементы трансмиссии, рабочего оборудования, ходовой части (сцепление, насосы, силовые цилиндры и т.), стенд «Пневматическая тормозная система», стенд «Рулевое управление и ГНС трактора», стенд «Работа рулевой трапеции»</p>	<p>394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13, а.10</p>
<p>Лаборатория, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия: тракторы (разрезы), автомобили (разрезы), вал отбора мощности трактора (разрез)</p>	<p>394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13, а.11</p>
<p>Лаборатория, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия: генераторы различных типов, стартеры различных типов, стенд для испытания генераторов, стартеров, системы зажигания, стенд «Схема электрооборудования автомобиля», стенд «Схема электрооборудования трактора», стенд «Схема система зажигания от магнето»; стенд «Схема батарейного зажигания», стенд «Схема контактно-транзисторной системы зажигания», стенд «Схема транзисторной системы зажигания с бесконтактным управлением», стенд «Схема реле-регулятора контактно транзисторного», стенд «Схема реле-регулятора транзисторного», стенд «Свечи зажигания», стенд «Электрическая схема стартера»</p>	<p>394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13, а.208</p>
<p>Лаборатория, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия: стенды для испытания топливной аппаратуры, стенд для испытания ГНС, лабораторное оборудование, диагностический комплекс, кран-балка</p>	<p>394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13, а.1</p>

<p>Лаборатория, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия: стенды обкаточно-тормозные, стенд для испытания ГНС, трактор Беларус-1221, трактор МТЗ-80, трактор ЛТЗ-60АВ, трактор Т-25, автомобиль ГАЗ (дорожная лаборатория), станок токарно-винторезный, станок фрезерный, станок настольно-сверлильный, компрессор, кран-балка, лабораторное оборудование, приборы для измерения уровня шума, диагностический комплекс</p>	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13, а.2
<p>Лаборатория, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ): комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, презентационное оборудование, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Google Chrome / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test, Kompas 3D</p>	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13, а.3
<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: мебель для хранения и обслуживания учебного оборудования, специализированное оборудование для ремонта компьютеров</p>	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, а.117, 118
<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: комплект мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Google Chrome / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test, мебель для хранения и обслуживания учебного оборудования, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия</p>	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13, а.212
<p>Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Google Chrome / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test</p>	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13, а.219 (с 16 до 20 ч.)
<p>Помещение для самостоятельной работы: ком-</p>	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул.

<p>плект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Google Chrome / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test</p> <p>Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Google Chrome / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test</p>	<p>Тимирязева, 13, а.321 (с 16 до 20 ч.)</p> <p>394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, а.232а</p>
--	--


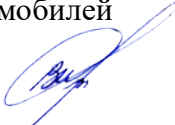


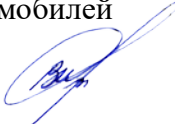
## 8. Междисциплинарные связи

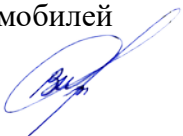
### Протокол согласования рабочей программы с другими дисциплинами

Наименование дисциплины, с которой проводилось согласование	Кафедра, с которой проводилось согласование	Предложения об изменениях в рабочей программе. Заключение об итогах согласования
Технологические процессы технического обслуживания и ремонта Т и ТТМО	Эксплуатации транспортных и технологических машин	нет  согласовано
Техническая эксплуатация автомобилей	Эксплуатации транспортных и технологических машин	нет  согласовано



**Приложение 2**  
**Лист периодических проверок рабочей программы**

Должностное лицо, проводившее проверку: Ф.И.О., должность, подпись	Дата	Потребность в корректировке	Перечень пунктов, стр., разделов, требующих изменений
Оробинский В.И., зав. кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей 	30.08.2017	Нет  Рабочая программа актуализирована для 2017-2018 учебного года	нет
Оробинский В.И., зав. кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей 	22.06.2018	Нет  Рабочая программа актуализирована для 2018-2019 учебного года	нет
Оробинский В.И., зав. кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей 	26.06.2019	Нет  Рабочая программа актуализирована для 2019-2020 учебного года	нет
Оробинский В.И., зав. кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей 	14.05.2020	Пункт 6.1.  Рабочая программа актуализирована для 2020-2021 учебного года	нет
Оробинский В.И., зав. кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей 	08.06.2021	Нет  Рабочая программа актуализирована для 2021-2022 учебного года	нет

<p>Оробинский В.И., зав. кафедрой сель- скохозяйственных машин, тракторов и автомобилей</p> 	<p>12.05.2022</p>	<p>Нет</p> <p>Рабочая программа акту- ализирована для 2022- 2023 учебного года</p>	<p>нет</p>