

**ПРОГРАММА**  
**вступительного экзамена в магистратуру**

**Направление подготовки 13.04.03 «*Энергетическое машиностроение*»**

**Магистерская программа «*Двигатели внутреннего сгорания*»**

**Кафедра: «*Теплотехника и автотракторные двигатели*»**

## 1. ЦЕЛЬ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

**Цель вступительного экзамена:** оценка соответствия поступающего знаниям, умениям и навыкам требованиям, определенным Федеральным Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) третьего поколения по направлению подготовки 13.04.03 «Энергетическое машиностроение» магистерской программы "Двигатели внутреннего сгорания".

## 2. КОМПЕТЕНТНОСТЬ ПОСТУПАЮЩЕГО В МАГИСТРАТУРУ

Компетентность поступающего проверяется по следующим дисциплинам профессионального цикла:

- «Теория рабочих процессов поршневых двигателей»;
- «Динамика двигателей»;
- «Конструирование двигателей»;
- «Системы двигателей»;
- «Форсирование двигателей».

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Поступающий в магистратуру должен продемонстрировать знания по содержанию следующих дисциплин.

### 3.1. Теория рабочих процессов поршневых двигателей

**Термодинамические циклы поршневых двигателей.** Параметры рабочих циклов. Термодинамические циклы с различными способами подвода и отвода теплоты. Анализ показателей циклов. Циклы комбинированных двигателей. Распределение работы между поршневым двигателем и агрегатами наддува.

**Рабочие тела в ДВС.** Топлива, окислители, их основные свойства. Реакции сгорания жидких и газообразных топлив. Стехиометрическое количество воздуха, коэффициент избытка воздуха. Состав горючей смеси и продуктов сгорания, коэффициент молекулярного изменения свежей смеси. Совершенное, несовершенное, полное и неполное сгорания топлива. Теплота сгорания горючей смеси. Теплоемкость и внутренняя энергия смеси и продуктов сгорания.

**Процессы газообмена в двигателях.** Параметры рабочего тела в цилиндре в конце процессов выпуска и зарядки. Газообмен в 4-тактных двигателях. Фазы газораспределения. Процессы выпуска, наполнения, продувки и дозарядки цилиндра. Влияние газодинамических явлений на процессы зарядки цилиндров свежей смесью. Влияние компрессора и газовой турбины на процессы газообмена в двигателях. Показатели процессов газообмена. Зависимость коэффициентов наполнения и остаточных газов от

частоты вращения коленчатого вала, мощности двигателя и параметров рабочего тела на впуске и выпуске.

**Газообмен в 2-тактных двигателях.** Действительная и геометрическая степень сжатия. Схемы газообмена. Основные периоды газообмена. Параметры продувочного тела и выпускных газов. Коэффициенты наполнения, остаточных газов, продувки. Влияние газодинамических явлений на процессы зарядки. Влияние конструктивных и режимных факторов на протекание процессов газообмена.

**Процессы сжатия.** Величина степени сжатия в различных двигателях. Физические и химические процессы, протекающие в рабочем теле в процессе сжатия. Особенности процессов сжатия в двигателях с разделенными камерами сгорания.

**Процессы смесеобразования в двигателях.** Показатели качества горючей смеси. Внешнее и внутреннее смесеобразование. Испаряемость капель и пленок жидких топлив. Методы распыливания жидких топлив и суспензий. Размеры капель и формы струи распыленного топлива. Перемешивание топлива и окислителя в неразделенных и разделенных камерах. Энергия, затрачиваемая на смесеобразование; вихревое отношение. Объемное, пристеночное, объемно-пристеночное и послойное внутреннее смесеобразование.

**Воспламенение горючих смесей.** Распространение пламени по объему камер сгорания. Фазы сгорания. Концентрационные пределы распространения фронта пламени. Сгорание в разделенных и неразделенных камерах. Влияние на сгорание свойств топлива, состава смеси и движения заряда в камере. Скорость распространения фронта пламени, характеристики тепловыделения, период задержки воспламенения, продолжительность сгорания, максимальные давления сгорания, скорости нарастания давлений. Расчет параметров рабочего тела в период сгорания. Экспериментальные методы исследования сгорания. Токсичность продуктов сгорания, способы ее снижения. Механизмы образования токсичных веществ. Организация рабочего процесса малотоксичных двигателей. Стандарты ISO 14000.

**Особенности процессов расширения.** Теплоотдача в стенки, догорание топлива. Расчет сгорания рабочего тела в процессе расширения. Среднее индикаторное давления. Зависимость среднего индикаторного давления от параметров рабочего цикла, конструктивных и режимных факторов. Удельный индикаторный расход топлива; индикаторный КПД. Составляющие механических потерь. Среднее давление механических потерь, его зависимость от средней скорости поршня. Мощность механических потерь. Механический КПД. Экспериментальное определение механических потерь. Среднее эффективное давление, эффективная мощность двигателя. Удельный эффективный расход топлива, эффективный КПД двигателя. Методы повышения эффективной мощности двигателя. Литровая мощность, поршневая мощность, комбинированные показатели. Наддув как способ повышения удельной мощности двигателя. Схемы комбинированных двигателей. Системы наддува.

**Внешний и внутренний тепловой балансы двигателей.** Составляющие теплового баланса. Изменение теплового баланса в зависимости от режимов двигателя. Теплоотдача в двигателях и их теплонапряженность.

**Характеристики двигателей.** Установившиеся и неустойчивые режимы работы двигателя. Регулировочные характеристики ДСИЗ. Скоростные и нагрузочные характеристики ДСИЗ и дизелей. Совместная работа двигателей и потребителей мощности. Качественное, количественное, смешанное регулирование, их достоинства и недостатки. Регулирование работы двигателей изменением степени сжатия в цилиндре, хода поршня и выключением цилиндров.

Математические модели, используемые для описания рабочего цикла ПДВС.

### **3.2. Динамика двигателей**

Кинематика и динамика кривошипно-шатунного механизма. Силы и моменты, действующие в двигателе. Построение диаграмм сил инерции и газовых сил. Силы, действующие на шатунную и кривошипные шейки. Векторные диаграммы сил, действующих на шейки и подшипники.

Внутренняя и внешняя неуравновешенности двигателей. Способы уравнивания двигателей.

Крутильные колебания коленчатого вала. Уравнения колебаний. Свободные колебания. Определение амплитуд колебаний и напряжений при резонансе. Способы уменьшения крутильных колебаний ДВС.

Шум и вибрации. Источники шума и вибраций двигателей. Способы уменьшения шума и вибраций. Снижение шума от рабочего процесса и от механических соударений. Нормирование шума двигателей.

### **3.3. Конструирование двигателей внутреннего сгорания**

Общие принципы конструирования двигателей внутреннего сгорания. Анализ конструкции, компоновки и перспективы развития современных двигателей внутреннего сгорания.

Современные методы расчетов на прочность деталей двигателей. Методы определения напряженно-деформированного и теплового состояния деталей двигателей. Численные методы расчета. Выбор расчетных режимов. Оценка прочности узлов и деталей двигателя с учетом переменной механической и тепловой нагрузок. Сведения о надежности двигателей. Параметры, характеризующие надежность.

**Кривошипно-шатунный механизм.** Неподвижные и подвижные элементы КШМ. Компоновочные схемы двигателей.

**Группа цилиндров и картеров.** Анализ конструкций корпусных деталей, материалы. Принципы расчета на прочность. Цилиндры и блоки цилиндров, варианты конструкций, материалы. Тепловое и напряженно-деформированное состояние. Оценка прочности цилиндра. Головка цилиндров, анализ конструкций, материалы. Оценка теплового и напряженно-деформированного состояния головки цилиндров.

**Поршневая группа.** Анализ вариантов конструкций поршней. Тепловое и напряженно-деформированное состояния, оценка прочности поршня. Поршневые кольца, их теплового и напряженно-деформированного состояния. Принципы расчета.

**Группа шатуна.** Анализ вариантов конструкций. Стержни шатунов, поршневая и кривошипная головки шатунов, шатунные болты. Принципы расчета на прочность шатунов и шатунных болтов.

**Группа коленчатого вала.** Анализ вариантов конструкции коленчатых валов, способы повышения прочности, материалы. Принципы расчета коленчатого вала на прочность. Маховики: конструкция, материалы, определение основных размеров и расчет на прочность.

Подшипники скольжения и качения. Области применения. Конструкция и расчет. Основы гидродинамической теории смазки. Несущая способность. Принципы расчета подшипников.

**Механизм газораспределения.** Анализ возможных технических решений МГР. Варианты привода распределительных валов и клапанных узлов. Варианты управления фазами газораспределения. Компоновка клапанных механизмов, анализ конструкций и материалы деталей механизма газораспределения. Принципы расчета на прочность деталей механизма газораспределения. Органы газораспределения двухтактных двигателей.

### **3.4. Системы двигателей**

**Топливные системы дизелей.** Классификация топливных систем. Параметры подачи топлива. Состав и схемы линии низкого давления топливных систем. Топливоподающая аппаратура непосредственного действия. Компоновка элементов топливных систем. Конструкция топливных насосов высокого давления.

Форсунки. Виды форсунок и их статические гидравлические характеристики, способы запаривания. Насос-форсунки, их особенности и технология изготовления.

Сжимаемость топлива, податливость механических элементов, волновые явления в трубопроводах, разрывы сплошности, вязкость топлива и утечки, деформации деталей, трение и износ прецизионных элементов. Работа топливной аппаратуры на неустановившихся режимах. Принципы гидродинамического расчета процесса подачи топлива.

Топливные системы непосредственного действия: Системы многотопливных дизелей и системы для подачи тяжелых топлив.

Аккумуляторные системы с электронным управлением. Системы с мультипликаторами давления. Электродинамические форсунки. Специальные насосы высокого давления.

**Топливные системы двигателей с искровым зажиганием.** Способы подачи топлива. Впрыскивание, карбюрация, смесеобразование. Процесс распыливания и испарения топлива. Течение двухфазных смесей. Средства улучшения испарения, равномерности и стабильности подачи топлива.

Системы впрыскивания бензина во впускной трубопровод. Центральное и распределенное впрыскивание. Конструкция насосов, форсунок, подогревателей и исполнительных устройств. Конструкции и свойства датчиков. Система питания в составе системы управления двигателем.

Системы впрыскивания бензина в цилиндр. Количественный и качественный способы регулировки мощности при непосредственном впрыске. Конструктивные решения.

Элементарный и идеальный карбюраторы. Главная дозирующая система и вспомогательные системы карбюратора. Многокамерные карбюраторы.

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

**Системы охлаждения.** Назначение, классификация, основные схемы. Системы жидкостного охлаждения. Основные компоненты. Охлаждающие жидкости и их характеристики. Система воздушного охлаждения, схема, конструкция дефлекторов.

**Системы смазывания.** Назначение, классификация. Схемы, элементы системы и принципы расчета их характеристик.

**Системы управления двигателями.** Назначение, классификация. Состав и структура. Выполняемые функции. Основные элементы. Средства обеспечения диагностики двигателей.

**Системы впуска и выпуска.** Назначение. Состав и структура. Воздушные фильтры. Система наддува. Охлаждатели наддувочного воздуха. Настройка систем. Методы расчета. Моделирование течений газа в газоздушном тракте двигателей. Глушение шума на впуске и выпуске.

**Системы нейтрализации отработавших газов.** Дожигание, каталитическая нейтрализация, химические поглотители. Трехкомпонентные нейтрализаторы. Рециркуляция отработавших газов.

**Способы запуска ДВС.** Пусковые качества. Способы облегчения запуска.

**Электрические системы.** Система энергоснабжения установок ДВС, электрическая система пуска. Системы зажигания. Параметры систем. Системы с механическим прерывателем и бесконтактными датчиками. Адаптивные системы. Системы зажигания в составе систем электронного управления двигателем.

**Системы вторичного использования теплоты.** Системы утилизации теплоты систем охлаждения и отработавших газов дизелей.

### **3.5. Форсирование двигателей**

Основные направления форсирования ДсИЗ и дизелей. Их особенности.

Классификация компрессоров. Объемные компрессоры. Поршневые компрессоры. Роторные компрессоры. центробежных компрессоры. Устройство и принцип действия, рабочий процесс компрессора. Показатели.

Преимущества и недостатки. Рабочие колеса. Потери при течении воздуха через колесо. Профилирование лопаток.

Классификация газовых турбин, импульсные и изобарные системы. Турбины активные и реактивные, осевые и радиальные. Силовые турбины. Истечение газа из сопел. Обтекание газом решетки лопаток, потери в решетках. Работа газа на окружности рабочего колеса и коэффициенты полезного действия. Принципы профилирования лопаток. Безлопаточный сопловой аппарат центростремительной турбины.

Особенности работы компрессоров и турбин в составе ПДВС. Характеристики объемных, центробежных и осевых компрессоров. Понятие об устойчивости работы центробежного и осевого компрессора. Помпаж. Регулирование турбокомпрессоров. Согласование характеристик поршневого двигателя и агрегатов наддува.

#### **4. Перечень вопросов экзаменационных билетов**

##### **4.1. Теория рабочих процессов поршневых двигателей**

Термодинамические циклы с различными способами подвода и отвода теплоты. Анализ показателей циклов.

Рабочие тела в ДВС. Топлива, окислители, их основные свойства. Реакции сгорания жидких и газообразных топлив.

Процессы газообмена в двигателях: выпуска, наполнения, продувки и дозарядки цилиндра. Влияние газодинамических явлений на процессы зарядки цилиндров свежей смесью.

Смесеобразование и сгорание в дизелях. Влияние на сгорание свойств топлива, состава смеси и движения заряда в камере сгорания.

Смесеобразование и сгорание в ДсИЗ. Распространение фронта пламени по камере сгорания. Влияние на сгорание формы камеры сгорания, смеси и движения заряда в камере сгорания.

Токсичность продуктов сгорания, способы ее снижения.

Особенности процессов расширения. Теплоотдача в стенки, догорание топлива. Индикаторные показатели и их зависимость от параметров рабочего цикла, конструктивных и режимных факторов.

Составляющие механических потерь. Среднее давление механических потерь, его зависимость от средней скорости поршня. Механические и эффективные показатели двигателя.

Внешний и внутренний тепловой балансы двигателей. Составляющие теплового баланса.

##### **Характеристики поршневых двигателей.**

Регулировочная характеристика по составу смеси.

Регулировочная характеристика по углу опережения зажигания.

Внешняя скоростная характеристика дизеля.

Внешняя скоростная характеристика двигателя с искровым зажиганием.

Нагрузочная характеристика дизеля.

Нагрузочная характеристика двигателя с искровым зажиганием.

##### **4.2. Динамика двигателей**

Кинематика кривошипно-шатунного механизма. Силы и моменты, действующие в двигателе.

Внутренняя и внешняя неуравновешенности двигателей. Способы уравновешивания двигателей.

Крутильные колебания коленчатого вала. Способы уменьшения крутильных колебаний в ДВС.

Шум и вибрации. Источники шума и вибраций двигателей. Методы снижения структурного шума от рабочего процесса и ударных явлений. Нормирование шума двигателей.

### **4.3. Конструирование двигателей внутреннего сгорания**

Общие принципы конструирования двигателей внутреннего сгорания. Компонентные схемы двигателей. Анализ конструкции, компоновки и перспективы развития современных двигателей внутреннего сгорания.

Современные методы расчетов на прочность деталей двигателей. Выбор расчетных режимов. Оценка прочности узлов и деталей двигателя с учетом переменной механической и тепловой нагрузок.

Кривошипно-шатунный механизм. Неподвижные и подвижные элементы КШМ. Компонентные схемы двигателей.

Группа цилиндров и картеров. Анализ конструкций корпусных деталей, материалы. Принципы расчета на прочность.

Поршневая группа. Анализ вариантов конструкций поршней. Тепловое и напряженно-деформированное состояния, оценка прочности поршня.

Группа шатуна. Анализ вариантов конструкций. Стержни шатунов, поршневая и кривошипная головки шатунов, шатунные болты.

Группа коленчатого вала. Анализ вариантов конструкции коленчатых валов, способы повышения прочности, материалы.

Механизм газораспределения. Анализ возможных технических решений МГР. Варианты привода распределительных валов и клапанных узлов. Управление фазами газораспределения.

### **4.4. Системы двигателей**

**Топливные системы дизелей.** Классификация топливных систем. Топливные системы непосредственного действия.

Форсунки. Виды форсунок и их способы запитывания. Насос-форсунки, их особенности.

Топливные системы непосредственного действия.

Аккумуляторные системы с электронным управлением. Системы с мультипликаторами давления. Электрогидравлические форсунки. Специальные насосы высокого давления.

**Топливные системы двигателей с искровым зажиганием.** Способы подачи топлива. Средства улучшения испарения, равномерности и стабильности подачи топлива.

**Системы впрыскивания бензина во впускной трубопровод.** Центральное и распределенное впрыскивание.

**Системы впрыскивания бензина в цилиндр.** Количественный и качественный способы регулировки мощности при непосредственном впрыске. Конструктивные решения.

**Системы питания газовых двигателей.** Газовая аппаратура ДВС с принудительным зажиганием. Системы питания газодизелей.

**Системы охлаждения.** Назначение, классификация. Системы жидкостного охлаждения. Основные компоненты.

**Системы смазывания.** Назначение, классификация. Схемы, элементы системы.

**Системы управления двигателями.** Принципы, основные элементы. Средства обеспечения диагностики двигателей и его систем.

**Способы нейтрализации отработавших газов.** Дожигание, каталитическая нейтрализация, химические поглотители. Трехкомпонентные нейтрализаторы. Рециркуляция отработавших газов.

**Система наддува.** Особенности работы компрессоров и турбин в составе ПДВС. Характеристики объемных, центробежных и осевых компрессоров. Регулирование турбокомпрессоров. Согласование характеристик поршневого двигателя и агрегатов наддува.

**Системы впуска и выпуска.** Трубопроводы. Воздушные фильтры. Охладители наддувочного воздуха. Настройка систем. Глушение шума на впуске и выпуске.

**Способы запуска ДВС.** Пусковые качества. Способы облегчения запуска.

## **5. Критерии оценки экзамена**

Экзаменационный билет содержит 4 вопроса.

- Студент получает оценку **«отлично»** в случае, если он:
  - ✓ ответил исчерпывающе на экзаменационные вопросы;
  - ✓ ответил на все дополнительные вопросы.
- Студент получает оценку **«хорошо»** в случае, если он:
  - ✓ ответил на экзаменационные вопросы, в достаточно полном объеме;
  - ✓ ответил не на все дополнительные вопросы.
- Студент получает оценку **«удовлетворительно»** в случае, если он:
  - ✓ ответил на большинство экзаменационных вопросов, в объеме, предусмотренном учебным планом;
  - ✓ ответил не на все дополнительные вопросы;
- Студент получает оценку **«неудовлетворительно»** в случае, если он:
  - ✓ не ответил на вопросы экзамена, в объеме, предусмотренном учебным планом.

## **6. Рекомендуемая литература**

### **а) Основная литература**

Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 1. Теория рабочих процессов: Учеб./ В.Н.Луканин, К.А.Морозов, А.С.Хачиян и др.; Учебник для вузов/ Под ред. В.Н.Луканина и М.Г.Шатрова. – 4-е изд., испр.- М.: Высш.шк., 2010. 479 с.

Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 2. Динамика и конструирование: Учеб./ В.Н.Луканин, И.В.Алексеев, М.Г.Шатров и др.; Учебник для вузов/ Под ред. В.Н.Луканина и М.Г.Шатрова. – 4-е изд., испр.- М.: Высш.шк., 2009. 400 с.

Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 3. Компьютерный практикум. Моделирование процессов в ДВС: Учебник для вузов/ В.Н.Луканин, М.Г.Шатров, Т.Ю.Кричевская и др.; Под ред. В.Н.Луканина и М.Г.Шатрова. – 3-е изд., перераб. и испр.- М.: Высш.шк., 2007. 414 с.

Автомобильные двигатели: учеб. для вузов по направлению подготовки бакалавров "Эксплуатация трансп.-технолог. машин и комплексов" / М. Г. Шатров, К. А. Морозов, И. В. Алексеев и др. ; под. ред. М. Г. Шатрова .— 3-е изд., испр. и доп. — М. : Академия, 2013 .— 461 с. : ил. — (Высшее проф. образование. Бакалавриат).— Библиогр.: с. 458. — ISBN 978-5-4468-0186-2.

Автомобильные двигатели : учебник для студ. высш. учеб. заведений / [М.Г.Шатров, К.А.Морозов, И.В. Алексеев и др.] ; под. ред. М.Г.Шатрова. – 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 464 с. (электронная версия)

Двигатели внутреннего сгорания. В 4 кн. Кн.3. Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей: Учеб. по специальности "Двигатели внутреннего сгорания"/Вырубов Д.Н., Ефимов С.И., Иващенко Н.А. и др.; Под ред Орлина А.С., Круглова М.Г. - 4-е издание, переработанное и дополненное. М., Машиностроение, 1984. - 384 с.

Двигатели внутреннего сгорания. В 4 кн. Кн.4. Системы поршневых и комбинированных двигателей. Учеб. по специальности "Двигатели внутреннего сгорания"/ Орлин А.С., Круглов М.Г., Вырубов Д.Н., Иващенко Н.А. и др.; Под ред Орлина А.С., Круглова М.Г. - 4-е издание, переработанное и дополненное. М., Машиностроение, 1985, 456 с., илл.

Теплотехника: учебник для студ. высш. учеб. заведений / [М.Г.Шатров, И.Е.Иванов, С.А.Пришвин и др.] ; под. ред. М.Г.Шатрова. - М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 288 с.

«Теплотехника» Учеб. для вузов/В.Н.Луканин, М.Г.Шатров, Г.М.Камфер и др.; Под ред. В.Н.Луканина. 7-е изд., испр. М.: Высш.шк., 2009. 671 с.

#### **б) Дополнительная литература**

А.С. Хачиян, В.В. Синявский. Дизели современных легковых автомобилей. Особенности рабочих процессов и систем. Монография. – М. Техполиграфцентр. 2009. – 128 с.

Л.Н. Голубков, А.А. Савастенко, М.В. Эммиль. Топливные насосы распределительного типа. Учебно-практическое пособие. – М.: Изд-во «Легион», 1998. – 112 с.

К.А. Морозов, С.А. Пришвин, П.В. Сафронов. Топливные системы двигателей с искровым зажиганием: Учебное пособие / МАДИ (ГТУ) – М.: 2001. – 68 с.

К.А. Морозов. Токсичность автомобильных двигателей. – М.: Изд-во «Легион-Автодата», 2001. – 80 с.

Л.В. Грехов. Топливная аппаратура с электронным управлением дизелей и двигателей с непосредственным впрыском бензина. Учебно-практическое пособие. – М.: Изд-во «Легион-Автодата». 2001. – 176 с.

Л.В. Грехов, Н.А. Иващенко, В.А. Марков. Топливная аппаратура и системы управления дизелей. – М.: Легион- Автодата, 2004. – 344 с.

Системы управления бензиновыми двигателями (узлы и агрегаты). Перевод с немецкого. – М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005 – 432 с.

Системы управления дизельными двигателями (узлы и агрегаты). Перевод с немецкого. – М.: ЗАО «Книжное издательство «За рулем», 2004 – 480 с.

ГОСТ 14846-81. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний. М.: Издательство стандартов. 1984. – 54 с.

ГОСТ 18509-88. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний. М.: Издательство стандартов. 1988. – 58 с.

ГОСТ 511-66. Нефтепродукты светлые. Определение октановых чисел по моторному методу. М.: Издательство стандартов, 1973. – 25 с.

ГОСТ 8226-82. Топливо для двигателей. Исследовательский метод определения октанового числа по моторному методу. М.: Издательство стандартов, 1983. – 15 с.

ГОСТ 10373-75. Двигатели автомобильные и бензины автомобильные. Методы детонационных испытаний. М.: Изд-во стандартов, 1975. – 26 с.

Воинов А.Н. Сгорание в быстроходных поршневых двигателях. М.: Машиностроение, 1977.

Астахов И.В. и др. Топливные системы и экономичность дизелей. М.: Машиностроение, 1990 - 288 с.

Крутов В.И. Автоматическое регулирование и управление ДВС. - М.: Машиностроение, 1989. - 416 с.

### **в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

Двигатели внутреннего сгорания [Интегрированный обучающий комплекс]. – Курс лекций, лабораторный практикум, оценка качества обучения. (1 Гб). – М: МАДИ, 2019. – 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM): цв.; рук. пользователя (10 л.). – Систем. требования ПК: процессор 2ГГц и выше; 1 Гб ОЗУ; Windows 10 и выше; SVGA 16,7 млн. цв.; 1024x768; DVD-ROM дисковод; мышь. – Диск и сопровод. материал.

Теплотехника [Интегрированный обучающий комплекс]. – Компьютерные лекции, лабораторный практикум, оценка качества обучения.

(30 Мб). – М: МАДИ, 2019. – 2 электрон. опт. диск (CD-ROM): цв.; рук. пользователя (10 л.). – Систем. требования: ПК процессор 2ГГц и выше; 1 Гб ОЗУ; Windows 10; SVGA 16,7 млн. цв.; 1024x768; 4x CD-ROM дисковод; мышь. – Загл. с экрана. – Диск и сопровод. материал.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) 3++ по направлению подготовки 13.04.03 «Энергетическое машиностроение» по магистерской программе "Двигатели внутреннего сгорания".