

# **ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ, ТРАНСПОРТА И ВООРУЖЕНИЙ**

**Направление 15.04.04 «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ»**

**Программа**

- **Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении**

## **Теория автоматического управления**

Понятия об управлении и системах управления (СУ). Задачи теории управления. Линейные модели «вход-выход»: дифференциальные уравнения; передаточные функции; временные и частотные характеристики. Линейные модели «вход-состояние-выход» - системы уравнений в форме пространства состояний. Задачи анализа СУ. Алгебраические и частотные критерии устойчивости. Показатели качества процессов СУ: корневые, интегральные, частотные. Управляемость и наблюдаемость СУ. Понятия об импульсных и цифровых СУ. Особенности поведения нелинейных СУ. Характеристики типовых нелинейных элементов. Устойчивость движений в нелинейных СУ. Типовые модели объектов и типовые структуры СУ с распределенными параметрами. Задачи оптимального управления. Критерии оптимизации. Задачи и алгоритмы адаптивного управления.

## **Электроника**

Схема замещения, параметры и характеристики транзистора. Основные технические параметры и характеристики электронных усилителей. Усилительный каскад на биполярном транзисторе. Обратная связь в электронных усилителях: основные определения, виды обратных связей, влияние обратной связи на коэффициент усиления, влияние отрицательной обратной связи на входное и выходное сопротивление. Основные параметры, структура и типы операционных усилителей. Устройства суммирования и вычитания. Ключевой режим работы биполярного транзистора. Компараторы аналоговых сигналов. Генераторы линейно изменяющегося напряжения. Генераторы синусоидальных колебаний. Триггер Шмитта. Мультивибратор и одновибратор на операционном усилителе. Логические переменные. Функционирование логических элементов ИЛИ, И, НЕ, ИЛИ-НЕ, И-НЕ, исключающее ИЛИ. Шифратор и дешифратор. Мультиплексор и демультиплексор. Сумматоры. Асинхронные и синхронные триггеры. Функциональное назначение входов триггера. Функционирование RS-триггера, D-триггера, T-триггера, JK-триггера. Цифро-аналоговые преобразователи на основе резистивной матрицы R-2R и с двоично-взвешенными сопротивлениями. Аналого-цифровые устройства, работающие по методу последовательного счета, поразрядного уравнивания и считывания. Структура источника питания. Классификация выпрямительных схем и их параметры.

## **Моделирование систем**

Моделирование и модели, назначение и функции модели. Примеры моделей систем различной природы (технические, биологические, экономические, экологические). Принципы построения и исследования математических моделей. Способы построения математических моделей: аналитический, экспериментальный (идентификация). Константы и критерии подобия. Теоремы подобия. Понятия модели сложной системы.

Аспекты сложности: структурная (статическая) сложность, динамическая сложность. Иерархия моделей. Задачи анализа моделей. Этапы анализа: структурный, структурно-операторный, параметрический. Анализ моделей систем в статических и динамических режимах. Методы решения задачи статики: метод релаксации и его геометрическая интерпретация; метод Ньютона и его геометрическая интерпретация; модификации метода Ньютона. Аналитические и численные методы анализа динамики. Погрешности моделирования систем численными методами. Задачи синтеза моделей систем (обратные задачи). Методы построения моделей систем с заданными динамическими характеристиками.

### **Технические измерения и приборы**

Основные понятия метрологии и контрольно-измерительной техники. Основные задачи информационных устройств при управлении технологическими процессами. Виды и методы измерений. Классификация средств измерений, их основные метрологические характеристики. Определение погрешностей измерений и их виды. Способы выражения и нормирования пределов допустимой погрешности. Методы построения измерительных цепей. Типовые схемы включения параметрических измерительных преобразователей. Компенсационная схема включения генераторных измерительных преобразователей. Область применения, принцип действия и конструкции электромеханических измерительных приборов. Область применения, конструкция и принцип действия электронных осциллографов. Что понимается под дискретизацией, квантованием и цифровым кодированием сигналов в измерительной технике. Преимущества цифровых измерительных устройств. Системы исчисления цифровой техники. Цифровые отсчетные устройства. Область применения и принцип действия АЦП пространственного преобразования. Область применения и принцип действия АЦП время-импульсного преобразования. Цифровой фазометр.

Область применения и принцип действия АЦП время-импульсного преобразования с линейной разверткой. Область применения и принцип действия АЦП время-импульсного преобразования с двухтактным интегрированием. Область применения и принцип действия АЦП частотно-импульсного преобразования. Преобразователь напряжение – частота. Область применения и принцип действия кодо-импульсных АЦП. Принцип работы преобразователя код – напряжение. Область применения, конструкции, принцип действия, основные характеристики и схемы включения преобразователей омического сопротивления. Область применения, конструкции, принцип действия, основные характеристики и схемы включения тензорезисторов. Область применения, конструкции, принцип действия, основные характеристики и схемы включения индуктивных измерительных преобразователей. Область применения, конструкции и принцип действия вращающихся трансформаторов в различных режимах работы (схемы включения). Область применения, конструкции и принцип действия индуктосинов в различных режимах работы. Цифровая система отсчета линейных и угловых перемещений при работе индуктосина в фазовом режиме. Область применения, конструкции, режимы работы, принцип действия сельсинов. Область применения, конструкции, принцип действия и основные характеристики тахогенераторов. Область применения, конструкции, принцип действия, основные характеристики и схемы включения магнито-упругих преобразователей. Область применения, конструкции, принцип действия и схемы включения ёмкостных измерительных преобразователей. Область применения, конструкции, принцип действия и схемы включения пьезоэлектрических измерительных преобразователей. Область применения, конструкции, принцип действия и схемы включения фотоэлектрических измерительных

преобразователей. Область применения, конструкции и принцип действия фотоэлектрических приборов для измерения линейных размеров (на примере фотоэлектрических сортировщиков и растровых преобразователей). Область применения, конструкции, принцип действия и схемы включения термометров сопротивления.

Область применения, конструкции, принцип действия и схемы включения термоэлектрических преобразователей. Область применения, конструкции, принцип действия и схемы включения пирометров излучения. Приборы для измерения расхода жидкостей и газов. Пневматические приборы контроля линейных размеров.

### **Диагностика и надежность автоматизированных систем**

Понятие надежности. Основные показатели надежности. Отказы объектов. Классификация отказов. Физическая природа отказов. Предельное состояние объекта. Ресурс и срок службы. Законы распределений случайных величин: нормальный, экспоненциальный, Вейбулла. Основные характеристики восстанавливаемых объектов: поток отказов, ведущая функция, наработка на отказ, интенсивность потока отказов. Модель потока отказов без учета конечных времен восстановлений. Модель потока отказов с учетом конечных времен восстановлений. Модель системы с последовательным соединением невосстанавливаемых элементов. Модель системы с параллельным соединением невосстанавливаемых элементов. Модель системы с общим резервированием. Модель системы с отдельным резервированием. Дублирование замещением элементов. Резервирование с дробной кратностью. Мажоритарное резервирование. Системы типа  $m$  из  $n$ . Метод прямого перебора. Комбинаторный метод расчета. Мостиковые структуры. Метод минимальных путей. Метод минимальных сечений. Диагностические параметры объектов. Критерии выбора. Методы технического диагностирования. Средства технического диагностирования. Диагностические модели объектов.

# Направление 15.04.05 «КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

## Программа

### • Технология машиностроения

#### **Резание материалов.**

Резание материалов как основной способ получения точных размеров деталей. Основные элементы процесса резания поверхности резания при токарной обработке. Геометрические параметры резцов. Элементы режима резания. Геометрические параметры сверла. Особенности глубокого сверления. Попутное и встречное фрезерование. Параметры процесса фрезерования. Геометрия и конструкции метчиков и плашек для резьбонарезания. Физические основы процесса резания. Температурно-деформационные закономерности процесса высокоскоростного пластического деформирования при резании металлов. Виды и свойства инструментальных материалов. Абразивные материалы, их свойства и область применения. Износ и стойкость режущего инструмента. Специальные виды физико-механической обработки. Перспективы развития процессов обработки металлов резанием.

#### **Метрология, стандартизация и сертификация**

Теоретические основы метрологии. Основные понятия, связанные с объектами измерений: свойство, величина, количественные и качественные проявления свойств объектов материального мира. Организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения. Правовые основы обеспечения единства измерений. Классификация измерений. Виды и методы измерений. Прямые, косвенные, совместные и совокупные измерения. Классификация погрешностей измерений. Обработка результатов измерений. Однократные и многократные измерения. Систематические и случайные погрешности при прямых, косвенных и совместных измерениях. Статические и динамические измерения. Непрерывные и дискретные измерения. Классификация средств измерений (СИ). Метрологические характеристики средств измерений. Нормирование метрологических характеристик, классы точности СИ. Точность деталей, узлов и механизмов; ряды значений геометрических параметров; виды сопряжений в технике; отклонения, допуски и посадки; расчет и выбор посадок; единая система нормирования и стандартизации показателей точности; размерные цепи и методы их расчета; расчет точности кинематических цепей; нормирование микронеровностей деталей контроль геометрической и кинематической точности деталей, узлов и механизмов. Основные понятия и определения стандартизации. Правовая основа; и научная база стандартизации; государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов. Основные цели объекты, схемы и системы сертификации; система сертификации «ГОСТ». Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий. Правила и порядок проведения сертификации.

#### **Основы технологии машиностроения**

Основные положения и понятия технологии машиностроения. Теория базирования и теория размерных цепей как средство достижения качества изделий. Закономерности и связи, проявляющиеся в процессе проектирования создания машины. Методы разработки технологического процесса изготовления машины, обеспечивающие достижение её качества, требуемую производительность и экономическую эффективность. Принципы построения производственного изготовления машины. Технология сборки и ее отдельные этапы. Разработка технологического процесса изготовления деталей. Технологические карты наладок, особенности их составления.

### **Квалиметрия и управление качеством**

Задачи, решаемые квалиметрией. Понятие «продукция». Квалиметрические шкалы. Показатели качества и надежности продукции. Принципы Всеобщего менеджмента качества (TQM). Понятие «менеджмент качества». Методы определения показателей качества продукции. Нормирование показателей качества. Этапы развития методов менеджмента качества.

### **Методы и средства измерений испытаний и контроля**

Понятия «Измерение физической величины», «Методы измерения физической величины», «Средство измерений», «Испытания», «Средство измерений», «Технический контроль». Схемы методов контроля. Классы точности и погрешность средств измерений. Определение вероятного количества неправильно принятых и неправильно забракованных размеров. Определение чувствительности прибора. Оптический сигнал датчика средства измерения. Реостатный преобразователь для измерений линейных размеров. Бесконтактный интерферометр.

### **Стандартизация и сертификация**

Понятия «техническое регулирование», «стандартизация», «симплификация», «унификация», «агрегатирование», «метрологический контроль», «сертификация». Требования к объектам регулирования. Цели и принципы стандартизации. Национальная система стандартизации. Международная организация ИСО. Методы стандартизации. Классификация видов стандартов. Знаки соответствия и обращения.

### **Теоретическая метрология**

Дана измерительная структура, выбрать уравнение измерений, уравнение полной погрешности, операционную формулу, уравнение разложения полной погрешности, уравнение полной методической погрешности. Аналого-цифровое преобразование. Дано уравнение функции погрешности, необходимо выбрать структуру измерительной цепи. Дано уравнение функции погрешности, необходимо выбрать уравнение измерительной процедуры, уравнение погрешности преобразования. Дано уравнение полной погрешности, необходимо выбрать уравнение измерительной процедуры, схему измерительной структуры, уравнение полной погрешности операции масштабирования. Дано уравнение измерительной процедуры, необходимо выбрать уравнение методической погрешности преобразования, уравнение систематической погрешности преобразования, уравнение случайной погрешности измерительной процедуры.

### **Статистические методы контроля и управления качеством**

Интегральная и дифференциальная функции распределения. Изменчивость процессов. Характеристики уровня настройки и разброса значений показателя качества. Корреляция и регрессия. Интервальное оценивание и проверка гипотез. Анализ стабильности процессов. Анализ точности (воспроизводимости) процессов. Планы статистического приемочного контроля по качественному и количественному признакам.

### **Взаимозаменяемость**

Построение схем полей допусков, подбор посадок, определение зазоров, натягов. Составление блока концевых мер. Нанесение на чертежах требований к отклонению поверхностей, шероховатости поверхностей. Конструкторские и технологические размерные цепи. Исполнительные размеры калибров.

Программа

• Автоматизация технологических процессов и производств

**Теория автоматического управления**

Понятия об управлении и системах управления (СУ). Задачи теории управления. Линейные модели «вход-выход»: дифференциальные уравнения; передаточные функции; временные и частотные характеристики. Линейные модели «вход-состояние-выход» — системы уравнений в форме пространства состояний. Задачи анализа СУ. Алгебраические и частотные критерии устойчивости. Показатели качества процессов СУ: корневые, интегральные, частотные. Управляемость и наблюдаемость СУ. Понятия об импульсных и цифровых СУ. Особенности поведения нелинейных СУ. Характеристики типовых нелинейных элементов. Устойчивость движений в нелинейных СУ. Типовые модели объектов и типовые структуры СУ с распределенными параметрами. Задачи оптимального управления. Критерии оптимизации. Задачи и алгоритмы адаптивного управления.

**Электроника**

Схема замещения, параметры и характеристики транзистора. Основные технические параметры и характеристики электронных усилителей. Усилительный каскад на биполярном транзисторе. Обратная связь в электронных усилителях: основные определения, виды обратных связей, влияние обратной связи на коэффициент усиления, влияние отрицательной обратной связи на входное и выходное сопротивления. Основные параметры, структура и типы операционных усилителей. Устройства суммирования и вычитания. Ключевой режим работы биполярного транзистора. Компараторы аналоговых сигналов. Генераторы линейно изменяющегося напряжения. Генераторы синусоидальных колебаний. Триггер Шмитта. Мультивибратор и одновибратор на операционном усилителе. Логические переменные. Функционирование логических элементов ИЛИ, И, НЕ, ИЛИ-НЕ, И-НЕ, исключающее ИЛИ. Шифратор и дешифратор. Мультиплексор и демультиплексор. Сумматоры. Асинхронные и синхронные триггеры. Функциональное назначение входов триггера. Функционирование RS-триггера, D-триггера, T-триггера, JK-триггера. Цифро-аналоговые преобразователи на основе резистивной матрицы R-2R и с двоично-взвешенными сопротивлениями. Аналого-цифровые устройства, работающие по методу последовательного счета, поразрядного уравнивания и считывания. Структура источника питания. Классификация выпрямительных схем и их параметры.

**Моделирование систем**

Моделирование и модели, назначение и функции модели. Примеры моделей систем различной природы (технические, биологические, экономические, экологические). Принципы построения и исследования математических моделей. Способы построения математических моделей: аналитический, экспериментальный (идентификация). Константы и критерии подобия. Теоремы подобия. Понятия модели сложной системы. Аспекты сложности: структурная (статическая) сложность, динамическая сложность. Иерархия моделей. Задачи анализа моделей. Этапы анализа: структурный, структурно-операторный, параметрический. Анализ моделей систем в статических и динамических режимах. Методы решения задачи статики: метод релаксации и его геометрическая интерпретация; метод Ньютона и его геометрическая интерпретация; модификации метода Ньютона. Аналитические и численные методы анализа динамики. Погрешности моделирования систем численными методами. Задачи синтеза моделей систем

(обратные задачи). Методы построения моделей систем с заданными динамическими характеристиками.

### **Вычислительные машины, системы и сети**

Аппаратные средства, системное и прикладное программное обеспечение вычислительных машин (ВМ). Основные параметры и характеристики ВМ. Система команд ВМ: форматы команд, способы адресации и списки операций. Классификация и особенности организации современных процессорных устройств (CISC-, RISC-, VLIW-, суперскалярные и суперконвейерные процессоры). Классификация и сравнительная характеристика запоминающих устройств. Оперативное запоминающее устройство, принципы организации. КЭШ-память, принципы организации. Принципы построения внешних запоминающих устройств. Основы организации системы прерываний. Организация прямого доступа к памяти. Организация систем ввода-вывода, периферийные устройства. Принципы организации устройств сопряжения ВМ с объектом в системах управления. Микроконтроллеры (однокристальные микро-ЭВМ) и цифровые процессоры обработки сигналов с аналоговыми устройствами ввода-вывода. Особенности программного обеспечения микропроцессорных систем (МПС). Принципы построения МПС. Проектирование аппаратных и программных средств. Уровни и средства связывания процессорных модулей. Топология вычислительных систем. Принципы построения локальных вычислительных сетей (ЛВС).

### **Диагностика и надежность автоматизированных систем**

Понятие надежности. Основные показатели надежности. Отказы объектов. Классификация отказов. Физическая природа отказов. Предельное состояние объекта. Ресурс и срок службы. Законы распределений случайных величин: нормальный, экспоненциальный, Вейбулла. Основные характеристики восстанавливаемых объектов: поток отказов, ведущая функция, наработка на отказ, интенсивность потока отказов. Модель потока отказов без учета конечных времен восстановлений. Модель потока отказов с учетом конечных времен восстановлений. Модель системы с последовательным соединением невосстанавливаемых элементов. Модель системы с параллельным соединением невосстанавливаемых элементов. Модель системы с общим резервированием. Модель системы с отдельным резервированием. Дублирование замещением элементов. Резервирование с дробной кратностью. Мажоритарное резервирование. Системы типа  $m$  из  $n$ . Метод прямого перебора. Комбинаторный метод расчета. Мостиковые структуры. Метод минимальных путей. Метод минимальных сечений. Диагностические параметры объектов. Критерии выбора. Методы технического диагностирования. Средства технического диагностирования. Диагностические модели объектов.

### Теория рабочих процессов двигателей

1. Термодинамические циклы поршневых двигателей. Допущения при исследовании циклов. Термический КПД, работа и среднее давление цикла.
2. Термодинамические и рабочие циклы двигателей с принудительным воспламенением.
3. Термодинамические и рабочие циклы двигателей с воспламенением от сжатия.
4. Процесс наполнения цилиндра ДВС. Коэффициент наполнения, влияние на него различных факторов.
5. Степень сжатия. Её влияние на эффективность и экономичность цикла.
6. Индикаторные показатели работы двигателя: работа за цикл, среднее индикаторное давление, индикаторный КПД, удельный индикаторный расход топлива, индикаторная мощность.
7. Факторы, влияющие на индикаторный КПД двигателя.
8. Детонация в ДВС: механизм возникновения, влияние на неё различных факторов.
9. Механические потери в ДВС. Среднее давление и мощность механических потерь.
10. Эффективные показатели работы двигателя: среднее эффективное давление, эффективная мощность, эффективный КПД, средний эффективный расход топлива.
11. Способы повышения эффективной мощности ДВС.
12. Процессы газообмена в двухтактном двигателе.
13. Процессы газообмена в четырёхтактном двигателе.
14. Смесеобразование в дизелях и бензиновых двигателях.
15. Фазы сгорания в дизельном двигателе.
16. Фазы сгорания в бензиновом двигателе.
17. Периоды тепловыделения в цилиндре ДВС.
18. Скоростные характеристики ДВС.
19. Параметры, характеризующие качество наполнения цилиндра ДВС.

### Динамика двигателей

1. Силы, действующие на поршень ДВС.
2. Силы, действующие в кривошипно-шатунном механизме.
3. Векторные диаграммы сил, действующих на шейки и подшипники коленчатого вала ДВС. Диаграммы износа.
4. Силы инерции, действующие в одноцилиндровом двигателе.
5. Уравновешивание центробежных сил инерции, действующих в кривошипно-шатунном механизме.
6. Уравновешивание моментов от центробежных сил инерции, действующих в кривошипно-шатунном механизме.
7. Уравновешивание сил инерции поступательно движущихся масс.
8. Расчётная схема и дифференциальные уравнения крутильных колебаний коленчатого вала ДВС.
9. Приведение масс крутильной системы коленчатого вала.
10. Приведение длин крутильной системы коленчатого вала.
11. Уравновешивание трёхцилиндрового рядного двигателя.
12. Уравновешенность двухцилиндрового V-образного двигателя с одним кривошипом и углом развала цилиндров  $90^\circ$ .



13. Уравновешивание четырёхцилиндрового однорядного двигателя с плоским коленчатым валом.
14. Уравновешивание четырёхцилиндрового однорядного двигателя с кривошипами, расположенными под углом  $90^\circ$ .
15. Определение частот и форм свободных крутильных колебаний коленчатого вала ДВС.
16. Гармонический анализ силы давления газов и крутящего момента двигателя.
17. Кинематика кривошипно-шатунного механизма ДВС. Закон движения поршня по углу поворота коленчатого вала.
18. Приведение масс кривошипно-шатунного механизма. Действующие силы.
19. Остаточная неуравновешенность двигателя.
20. Степень неравномерности вращения коленчатого вала двигателя.

### **Конструирование двигателей**

1. Поршень ДВС. Назначение, условия работы, требования, конструкция, материал, технология изготовления.
2. Поршневые кольца. Назначение, условия работы, эпюра давлений, конструкция, материал, технология изготовления, расчёт.
3. Поршневой палец. Назначение, условия работы, требования, технология изготовления, конструкция, расчёт.
4. Шатун. Назначение, условия работы, требования, технология изготовления, материал, конструкция, расчёт.
5. Шатунные болты. Условия работы, материал, конструкция, расчёт.
6. Расчёт деталей двигателя на прочность с учётом знакопеременных нагрузок.
7. Расчёт напряжённо-деформированного и теплового состояния деталей двигателя методом конечных элементов.
8. Понятие надёжности элементов и систем ДВС.
9. Коленчатый вал двигателя. Конструкция, условия работы, требования, материал, технология изготовления.
10. Коленчатый вал двигателя: действующие нагрузки и расчёт основных элементов.
11. Газовый стык ДВС. Конструкция, расчёт.
12. Система охлаждения двигателя. Преимущества и недостатки жидкостного и воздушного охлаждения.
13. Конструктивный обзор газораспределительных механизмов.
14. Система газозаобоорудования ДВС. Назначение, элементы.
15. Распределительные валы ДВС: назначение, конструкция, материал.
16. Клапаны и сёдла клапанов ДВС: конструкция, условия работы, материал.
17. Определение проходных сечений в седле клапана и в горловине.
18. Расчёт и построение профиля кулачка газораспределения ДВС.

### **Агрегаты наддува двигателей**

1. Наддув в ДВС: цели и способы осуществления. Турбины и компрессоры, используемые для наддува.
2. Совместная работа двигателя и турбокомпрессора.
3. Импульсная и изобарная системы наддува ДВС, их конструктивные особенности, достоинства и недостатки.
4. Преобразование энергии в ступени газовой турбины, работающей в составе турбокомпрессора.
5. Преобразование энергии в ступени центробежного компрессора.
6. Теоретический цикл комбинированного двигателя с изобарной системой наддува.

Термический КПД и среднее давление цикла.

### **Основы научных исследований и испытаний двигателей**

1. Основные виды испытаний ДВС.
2. Планирование экспериментов при испытаниях и исследованиях ДВС.
3. Измерение различных параметров при испытаниях и исследованиях ДВС (силы, давления, перемещения, крутящего момента, частоты вращения).
4. Способы записи и обработки индикаторной диаграммы двигателя.
5. Методика снятия нагрузочных характеристик ДВС на стенде.
6. Удельные показатели двигателя.
7. Шум ДВС.

#### Рекомендуемая литература

1. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 1. Теория рабочих процессов: Учебник/ В.Н. Луканин, К.А. Морозов, А.С. Хачиян и др.; под ред. В.Н. Луканина, 2005
2. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 2. Динамика и конструирование: Учебник для вузов/ В.Н. Луканин, И.В. Алексеев, М.Г. Шатров и др.; Под ред. В.Н. Луканина и М.Г. Шатрова, 2005
3. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей. Учебник для вузов по специальности «ДВС». Д.Н. Вырубов, Н.А. Иващенко, В.И. Ивин и др. Под общ. ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова- 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1990
4. Двигатели внутреннего сгорания. Системы поршневых и комбинированных двигателей / С.И. Ефимов и др. Под общей редакцией А.С. Орлина и М.Г. Круглова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. -456 с.
5. Двигатели внутреннего сгорания. Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей / Вырубов Д.Н., Ефимов С.П., Иващенко Н.А. и др.; под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова - 4-е изд., М.: Машиностроение, 1984. - 384 с.
6. Круглов М.Г., Меднов А.А. Газовая динамика комбинированных двигателей внутреннего сгорания: Учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности "Двигатели внутреннего сгорания".- М.: Машиностроение, 1988.- 360 с.
7. Григорьев Е.А. Периодические и случайные силы, действующие в поршневом двигателе. - М.: Машиностроение, 2002. - 272 с.
8. Чистяков В.К. Динамика поршневых и комбинированных двигателей внутреннего сгорания - М.: Машиностроение, 1989. - 255 с.
9. Попык К.Г. Динамика автомобильных и тракторных двигателей. М.: Высш. школа, 1970. - 328 с.
10. Райков И.Я. Испытание двигателей внутреннего сгорания. - М., Машиностроение, 1978 г.
23. Крутов В.И. Автоматическое регулирование и управление двигателями внутреннего сгорания. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1989. - 416 с.
24. Исерлис Ю.Э., Мирошников В.В. Системное проектирование двигателей внутреннего сгорания. - Л.: Машиностроение, 1981. - 255 с.
25. Элементы системы автоматизированного проектирования ДВС: Учебное пособие / Р.М. Петриченко и др.; Под общ. ред. Р.М. Петриченко. - Л.: Машиностроение, 1990. -328 с.
26. Файнлейб Б.Н. Топливная аппаратура автотракторных дизелей. Справочник. Л.: Машиностроение, 1990.
27. Дмитриевский А.В., Каменев В.Ф. Карбюраторы автомобильных двигателей. М.: Машиностроение, 1990.
28. Автомобильные двигатели/ Под ред. М.С. Ховаха, М.: Машиностроение, 1977.-591 с.
29. Конструкция автомобильных и тракторных двигателей, М.Я. Райков, Г.Н. Рытвинский, 1986 г.
30. Росс Твэг. Системы впрыскивания бензина. Устройство, обслуживание, ремонт. Издательство "За рулем", 1997.
31. Спинов А.Р. Системы впрыска бензиновых двигателей, М, Машиностроение, 1998.
32. Крутов В.И. и др. Топливная аппаратура автотракторных двигателей: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Двигатели внутреннего сгорания».- М.: Машиностроение, 1985.
33. Электроника в системах подачи топлива автомобильных двигателей, Покровский Г.П., 1990 г.