

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной работе

\_\_\_\_\_ Ю.М. Боровин

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

**ПРОГРАММА**

вступительного испытания для поступающих на обучение  
по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

*Направление подготовки: 13.06.01 Электро- и теплотехника*

Москва 2017 г.

## РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. На вступительное испытание поступающие допускаются при наличии документа, удостоверяющего личность и гражданство (паспорта), и расписки о подаче документов.

2. Форма проведения вступительного испытания: письменный комплексный междисциплинарный экзамен.

Время выполнения задания: 60 минут.

Экзаменационный билет содержит 2 контрольных вопроса по дисциплинам, указанным в разделе 2.

3. По результатам вступительного испытания, поступающему выставляется оценка от нуля до ста баллов. Минимальный положительный балл по 100-балльной системе составляет 40 баллов, ниже которого вступительное испытание считается несданным.

Итоговая оценка за вступительное испытание определяется по критериям:

<b>Баллы</b>	<b>Критерий выставления оценки</b>
81-100	Демонстрация отличных знаний по заданному вопросу. Умение иллюстрировать теоретические положения эскизами, графиками, формулами. Широкий кругозор по обсуждаемым вопросам.
61-80	Демонстрация твердых знаний по заданному вопросу. Наличие мелких неточностей в ответе и в иллюстративном материале.
51-60	Неплохое знание вопроса, но с заметными ошибками.
41-50	Слабое знание и понимание рассматриваемого вопроса, со значительными ошибками
0-40	Незнание и непонимание рассматриваемого вопроса.

4. Вступительные испытания проводятся по расписанию приёмной комиссии университета.

Экзаменационные аудитории по каждому направлению подготовки объявляются за 1 день до начала вступительного испытания.

5. Перед началом вступительного испытания поступающим сообщается время и место получения информации о полученных результатах.

6. На вступительных испытаниях разрешается пользоваться: справочной литературой, представляемой комиссией. Запрещено пользоваться средствами связи и ПК.

7. Поступающий, нарушающий правила поведения на вступительном испытании, может быть удален из аудитории без предупреждения.

У такого поступающего отбираются все экзаменационные материалы. Фамилия, имя, отчество удаленного из аудитории поступающего и причина его удаления заносятся в протокол проведения вступительного испытания.

Поступающий может покинуть аудиторию только полностью сдав все экзаменационные материалы.

8. При проведении вступительного испытания вопросы поступающих по содержанию экзаменационных вопросов членами экзаменационной комиссии не рассматриваются. При обнаружении опечатки или другой неточности какого-либо

задания вступительного испытания, члены экзаменационной комиссии обязаны отметить этот факт в протоколе проведения вступительного испытания. Экзаменационной комиссией будут проанализированы все замечания, при признании вопроса не корректным он засчитывается поступающему, как выполненный правильно.

## **РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

### **Введение**

Составлено на основе дисциплин направлений «Теплоэнергетика и теплотехника», «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения», «Электроэнергетика и электротехника», «Энергетическое машиностроение» связанных с особенностями анализа, синтеза и технического использования промышленного технологического и энергетического оборудования, с оптимизацией основных процессов в установках и энерготехнологических комплексах, а также с особенностями общих закономерностей преобразования, накопления, передачи и использования энергии и технической информации, принципами и средствами управления действующих или создаваемых энергетических комплексов и систем промышленного, транспортного, бытового и специального назначения.

### **Основные разделы**

#### **I. Промышленная теплоэнергетика**

##### **1. Фундаментальные основы промышленной теплоэнергетики**

Первый закон термодинамики. Теплоемкость. Изопродессы. Применение первого закона термодинамики к расчетам изопродессы. Второй закон термодинамики. Энтропия. Водяной пар.  $P-V$ ,  $T-S$ ,  $H-S$  диаграммы и таблицы. Их применение в термодинамических расчетах. Влажный воздух.  $H-D$  диаграммы. Циклы Карно, Ренкина. Циклы двигателей внутреннего сгорания и газовых турбин. Термодинамика потока. Скорость звука. Сопло Лавалья. Истечение водяного пара. Дросселирование. Конвективный тепло- и массоперенос. Особенности расчета тепло- и массопереноса при турбулентном течении жидкости. Радачи тепло- и массопереноса. Теплообмен при ламинарном и турбулентном течениях в трубах. Тепло- и массоперенос при фазовых превращениях. Механизм теплообмена при пузырьковом кипении жидкости в неограниченном объеме. Кипение внутри труб. Особенности двухфазного потока и теплообмена. Конденсация пленочная и капельная. Тепло- и массоперенос при испарении жидкости. Диффузия жидкости в газы и перенос массы в капиллярно-пористых телах. Дифференциальные уравнения диффузии. Сорбционные процессы. Уравнения сорбции. Контактный теплообмен. Радиационный теплообмен. Законы Планка, Ламберта, Кирхгофа, Стефана—Больцмана. Теплообмен излучением в прозрачных и поглощающих средах. Поглощательная и излучательная способности тела. Тепловое излучение в

процессах интенсивного теплообмена, сушки и других технологических процессах.

## **2. Источники и системы теплоснабжения предприятий**

Методы определения потребности промышленных потребителей в паре и горячей воде. Тепловые сети. Методы определения расчетного расхода воды и пара. Тепловой и прочностной расчеты элементов тепловых сетей. Промышленные котельные. Тепловые схемы и их расчет. Методы распределения нагрузки котлами. Энергетические, экономические и экологические характеристики котельных. Теплоэлектроцентрали промышленных предприятий. Методика определения энергетических показателей теплоэлектроцентралей. Утилизационные котельные, теплонасосные установки и ТЭЦ, использующие вторичные энергетические ресурсы предприятий для генерации тепла и электроэнергии. Расчет тепловых схем, выбор режима работы утилизационных установок параллельно с заводскими и районными котельными, ТЭЦ и конденсационными электрическими станциями. Использование математического моделирования, пакетов прикладных программ, банков данных для расчета систем теплоснабжения.

## **3. Котельные установки и парогенераторы**

Источники теплоты промышленных котельных установок. Материальные и тепловые балансы котельных установок при работе на газовом, жидком и твердом топливах. Расчет топочных устройств для сжигания газового, жидкого и твердого топлив, производственных отходов. Основы методики расчета простых и сложных контуров циркуляции. Пароперегреватели котлов. Методы регулирования температуры пара. Экономайзеры и их включение в питательные магистрали. Конструктивные схемы воздушных подогревателей. Конструкции котлов с естественной циркуляцией, прямоточных и с многократной принудительной циркуляцией. Водогрейные и паро- водогрейные котлы. Котлы высоко- и низконапорные, прямого действия и с неводяными теплоносителями. Котлы, использующие теплоту технологического продукта. Очистка продуктов сгорания от твердых и газообразных примесей. Определение основных характеристик работы котельного агрегата по результатам испытаний.

## **4. Тепломассообменное оборудование предприятий**

Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия, регенеративные теплообменники с неподвижной и подвижной насадками, газожидкостные и жидкостно-жидкостные смесительные теплообменники. Тепловой, гидравлический, прочностной расчеты рекуперативных теплообменников. Деаэраторы. Основы расчета. Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки. Тепловые схемы и установки. Физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания и кристаллизации. Основы теплового расчета. Перегонные и ректификационные установки. Физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректификации. Принцип действия и основы расчета абсорбционных и адсорбционных аппаратов. Сушильные установки. Понятие и процессы сушки.

Формы связи влаги с материалом. Основы кинетики и динамики сушки. Тепловой баланс конвективной сушильной установки. Теплообменники-утилизаторы для использования теплоты вентиляционных выбросов, отработанного сушильного агента, низкопотенциальных вторичных энергоресурсов. Основы расчета и подбора стандартного оборудования.

## **II. Машины и аппараты, процессы холодильной и криогенной техники, систем кондиционирования и жизнеобеспечения**

### **Введение**

Роль холодильной техники в развитии современной промышленности. Области применения искусственного холода. Краткие исторические сведения по развитию холодильной техники. История развития холодильной техники. Бурное развитие холодильной техники в 19 в., причины, следствия. Наиболее крупные ученые основоположники холодильной техники. Области использования искусственного холода, роль холода в развитии различных отраслей промышленности.

### **Тема 1**

Физические основы получения холода. Способы получения искусственного холода, их характеристики. Основные процессы для получения низких температур: дросселирование, детандирование и т.д. Способы реализующие данные процессы.

### **Тема 2**

Парокомпрессионные системы охлаждения, особенности и показатели эффективности. Циклы холодильных машин, построение и расчет. Основные циклы парокомпрессионных холодильных машин: одноступенчатые, двухступенчатые, многоступенчатые, каскадные и т.д. Оценка эффективности холодильных машин: холодильный коэффициент, эксергитический и энтропийный анализы.

### **Тема 3**

Абсорбционные холодильные машины, принципы действия, характеристики и расчет. Изображение процессов АБХМ в  $i - \zeta$  диаграмме. Абсорбционные холодильные машины – принцип действия, конструкция, расчет, рекомендуемые области применения. Диаграмма  $i - \zeta$  рабочего вещества АБХМ, изображение процессов.

### **Тема 4**

Компрессор, как машина орудие, детандер – машина двигатель. Потери в компрессоре и детандере, анализ и их оценка. Холодильные компрессоры-типы, характеристики, основные расчетные положения. Энергетические характеристики компрессоров. Типы детандеров, конструкции поршневых, турбо-детандеров. Энергетические характеристики детандеров.

### **Тема 5**

Термоэлектрические генераторы искусственного холода, физические основы процесса. Получение сверхнизких температур, физические принципы и методы реализации. Термоэлектрический способ охлаждения. Физические основы переноса тепла с помощью полупроводниковых охлаждающих приборов. Конструкции термоэлектрических модулей, конструкции термоэлектрических охлаждающих устройств на базе термоэлектрических модулей. Получение сверхнизких температур с помощью термоэлектрических охлаждающих приборов, каскадные термоэлектрические модули.

### **Тема 6**

Идеальные и реальные газы, понятия газ и пар. Уравнение состояния идеального и реального газов. Первый и второй законы термодинамики и их приложение к анализу процессов получения искусственного холода. Понятие газа и пара, критическая точка. Уравнения состояния идеального и реального газа, пара. Анализ термодинамических систем эксергитическим, энтропийным методами.

### **Тема 7**

Определение вакуума, степень вакуума, критерий Кнудсена. Принципы действия вакуумных систем охлаждения и замораживания. Базовые понятия о вакууме. Средства достижения вакуума, механические вакуумные насосы. Вакуумно-испарительный и вакуумно-сублимационный способы охлаждения, преимущества и недостатки, конструкции подобных систем.

### **Тема 8**

Турбовоздушные холодильные установки, их особенности, преимущества и недостатки. Сравнение различных принципов получения искусственного холода. Газовые холодильные установки. Конструкции воздушных холодильных установок. Циклы газовых холодильных установок. Сравнение воздушной холодильной установки с парокомпрессионной на одинаковом уровне температур.

### **Тема 9**

Разделение воздуха методом глубокого охлаждения. Криогенные рефрижераторы и ожижители, рабочие вещества КГУ. Воздухоразделительные системы. Значение жидких криопродуктов в промышленности. Криогенные гелиевые установки, рабочие вещества криогенных установок.

## **III. Электротехника, электромеханика и электротехнологии**

### **1. Теория электропривода**

Функции, выполняемые общепромышленным и тяговым приводом, и его обобщенные функциональные схемы. Характеристики электромеханического преобразователя энергии и его математическое описание в двигательном и тормозном режимах. Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с электродвигателями разных типов. Установившиеся режимы работы электропривода. Частотный и спектральный анализ. Учет упругих звеньев и связей. Учет нелинейностей. Построение

адекватных моделей с использованием компьютерных технологий. Переходные процессы в электроприводах. Линейные и нелинейные системы, передаточные и переходные функции электропривода. Обобщенный алгоритм компьютерного моделирования линейных или нелинейных систем автоматизированного электропривода; представление и обработка результатов моделирования. Регулирование координат электропривода. Характеристика систем электроприводов: управляемый преобразователь-двигатель постоянного тока, преобразователь частоты – асинхронный двигатель, преобразователь частоты – синхронный двигатель. Следящие электроприводы. Многодвигательные электромеханические системы. Тяговые электроприводы. Выбор типа и мощности электродвигателя, обоснование структуры, типа и мощности преобразователя. Основные этапы эскизного и рабочего проектирования электропривода. Основные функции и структуры автоматического управления электроприводом. Типовые, функциональные схемы и типовые системы, осуществляющие автоматический пуск, стабилизацию скорости, реверс и остановку электродвигателей. Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления электроприводом (САУ) при заданном рабочем механизме. Методы анализа и синтеза замкнутых, линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных САУ. Применение методов вариационного исчисления и пакетов прикладных программ для ПЭВМ. Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока. Типовые структуры систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построения систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Управление электроприводами при наличии редуктора и упругой связи двигателя с механизмом. Стабилизирующие системы управления электроприводами. Защита от перегрузок и аварийных режимов. Типовые узлы и типовые САУ, поддерживающие постоянство заданных переменных. Типовые узлы и типовые следящие САУ непрерывного и дискретного действия. Оптимальные и инвариантные САУ. Анализ и синтез следящих САУ с учетом стохастических воздействий. Цифровые САУ. Электроприводы в робототехнических комплексах и гибких автоматизированных производствах. Применение микропроцессоров и микроЭВМ для индивидуального и группового управления электроприводами технологических объектов и транспортных средств. Адаптивные системы автоматического управления и принципы их управления. Алгоритмы адаптации в электроприводах.

## **2. Системы электроснабжения**

Классификация источников, преобразователей и приемников электрической энергии. Характеристика электрических нагрузок. Использование теории случайных процессов для их определения. Основы теории прогнозирования и динамики электроснабжения потребителей электрической энергии. Расчет электрических сетей. Блуждающие токи и коррозия узлов и агрегатов электрических и электронных приборов. Выбор систем и схем электроснабжения. Типовые схемы электроснабжения транспортных средств. Выбор напряжения в системах электроснабжения. Качество электрической энергии. Способы улучшения качества электрической энергии. Влияние качества электрической

энергии на производительность и надежность электрических и электронных приборов. Электромагнитная совместимость.

### **3. Основы теории надежности систем электрооборудования**

Основные понятия и определения теории надежности. Качественные и количественные характеристики надежности. Законы распределения времени наступления отказов. Методы расчета надежности технических систем. Учет режима работы, старения элементов. Последствия отказов. Методы приближенного расчета надежности. Способы повышения надежности электрических машин, аппаратов и систем.

### **4. Теория и принципы работы комплексных узлов электрооборудования**

Научные основы и принципы работы наиболее распространенных комплектных узлов электрооборудования (по отраслям). Преобразователи напряжения, в том числе: генераторы и электромашинные преобразователи, управляемые вентильные преобразователи постоянного и переменного тока в постоянный, инверторы, непосредственные преобразователи частоты переменного тока и др. Основные принципы построения систем и комплектных узлов общепромышленного электрооборудования и электрооборудования подвижных объектов. Контакторно-резисторные и электронные узлы систем управления электрическим подвижным составом и их особенности. Контактные и бесконтактные узлы электродвигателями постоянного и переменного тока, работающие в непрерывных, релейных и импульсных режимах. Особенности проектирования. Элементная база силовых цепей электрооборудования (контакторы, резисторы, силовые полупроводниковые приборы).

## **IV. Тепловые двигатели**

### **1. Теория рабочих процессов в двигателях внутреннего сгорания и моделирование процессов ДВС**

Термодинамические циклы поршневых двигателей. Параметры рабочих циклов. Анализ показателей циклов. Циклы комбинированных двигателей. Рабочие тела в ДВС. Топлива, окислители, их основные свойства. Реакции сгорания жидких и газообразных топлив. Совершенное, несовершенное, полное и неполное сгорания топлива. Стехиометрическое количество воздуха, коэффициент избытка воздуха. Состав горючей смеси и продуктов сгорания. 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. Показатели процессов газообмена. Суммарный коэффициент избытка воздуха. Коэффициенты наполнения и остаточных газов. Газообмен в 2-тактных двигателях. Действительная и геометрическая степень сжатия. Схемы газообмена. Основные периоды газообмена. Коэффициенты наполнения, остаточных газов, избытка продувочного тела, продувки, КПД очистки. Процесс сжатия. 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 распыления жидких топлив и суспензий. Размеры капель и формы струи распыленного топлива. Объемное, пленочное, объемно-пленочное 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. 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. Оценка экологической безопасности двигателей по полному жизненному циклу. Стандарты ISO 14000. Процесс расширения. Теплоотдача в стенки, догорание топлива. Расчет состояния рабочего тела в процессе расширения. Индикаторные и эффективные показатели двигателей. Среднее индикаторное давление. Удельный индикаторный расход топлива, индикаторный КПД. Составляющие механических потерь. Среднее давление трения, мощность механических потерь, механический КПД. 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. Теплоотдача в двигателях и теплонапряженность деталей. Режимы работы и характеристики двигателей. Совместная работа двигателей и потребителей мощности. Способы регулирования работы двигателей (качественное, количественное, смешанное регулирование, регулирование изменением объема). Оптимизация рабочего процесса двигателей. Критерии оптимизации. Ограничения при оптимизации. Параметры оптимизации.

## **2. Конструкция ДВС. Конструирование и расчет ДВС**

Принципы работы и классификация поршневых двигателей. Особенности устройства и работы отдельных видов поршневых двигателей (мотокомпрессора, роторно-поршневого двигателя, дизель-молота, мотовибраторов, мотокомпрессора и мотогенератора газа, двигателя с внешним подводом теплоты). Общие принципы конструирования двигателей. Компоновочные схемы двигателей. Типаж, мощностные ряды, агрегатирование. Основные показатели, характеризующие конструкции двигателей. Полный жизненный цикл двигателя. Этапы проектирования, автоматизированное проектирование. CALS-технологии в двигателестроении. Современные системы CAD/CAM/CAE/PDM. Методы расчетов на прочность деталей двигателей. Численные методы моделирования теплового и напряженно-деформированного состояния деталей. Метод конечных

элементов. Выбор расчетных режимов. Оценка прочности узлов и деталей двигателя с учетом переменной механической и тепловой нагрузок. Параметры, характеризующие надежность двигателей. Поршни, поршневые пальцы и кольца, расчет их теплового и напряженно-деформированного состояния. Шатуны, стержни шатунов, поршневые и кривошипные головки шатунов, шатунные болты и расчет их на прочность. Коленчатые валы и маховики, определение их основных размеров и расчет на прочность. Подшипники скольжения и качения. Основы гидродинамической теории смазки. Несущая способность. Тепловой расчет. Системы управления фазами газораспределения. Механический, пневмогидравлический и электромагнитный приводы клапанов. Компоновка клапанных механизмов. Расчет на прочность деталей механизма газораспределения. Органы газораспределения двухтактных двигателей; золотниковое газораспределение. Фундаментные рамы, стойки и станины, картеры и поддоны, анализ конструкций, материалы, расчет на прочность. Цилиндры и блоки цилиндров, втулки и головки (крышки) цилиндров. Анализ конструкций, материалы, расчеты на прочность. Перспективы развития поршневых двигателей.

### **3. Динамика двигателей внутреннего сгорания**

Классификация преобразующих механизмов поршневых двигателей. Кинематика кривошипно-шатунного механизма. Силы и моменты, действующие в двигателе. Внутренняя и внешняя неуравновешенности двигателя. Способы балансировки двигателей. Крутильные, продольные, изгибные и связанные колебания коленчатых валов, приводов систем газораспределения и топливоподачи. Уравнения колебаний. Крутильные колебания разветвленных систем. Определение амплитуд колебаний и напряжений при резонансе. Способы демпфирования колебаний в поршневых двигателях. Шум и вибрации в двигателях, их источники. Допустимые уровни. Снижение шума и вибраций.

### **4. Системы питания ДВС**

Топливные системы двигателей с внутренним смесеобразованием. Классификация. Состав и схемы линии низкого давления топливных систем. Топливоподающая аппаратура непосредственного действия. Конструкция топливных насосов высокого давления. Проектирование и расчет топливного насоса высокого давления и его элементов. Конструкции и расчет форсунок и насос-форсунок, их статические гидравлические характеристики, способы запирания форсунок. Проектирование и расчет форсунок. Гидродинамический расчет процесса подачи топлива. Системы многотопливных двигателей и системы для подачи тяжелых топлив. Аккумуляторные системы с электронным управлением. Системы с мультипликаторами давления. Электрогидравлические форсунки. Специальные насосы высокого давления. Топливная аппаратура двигателей с внешним смесеобразованием. Способы подачи топлива. Карбюрация, впрыск и смесеобразование. Течение двухфазных смесей. Карбюраторы. Главная дозирующая и вспомогательные системы карбюратора. Многокамерные карбюраторы. Системы впрыска бензина во впускной трубопровод. Пневмомеханическое и электронное регулирование. Центральный и

распределенный впрыск. Конструкции, расчет насосов, форсунок, подогревателей и исполнительных устройств. Конструкции и свойства датчиков. Системы впрыскивания бензина в цилиндр. Количественный и качественный способы регулирований мощности при непосредственном впрыске. Системы питания газовых двигателей. Газовая аппаратура ДВС с принудительным и форкамерно-факельным зажиганием. Баллоны, испарители, редукторы, регуляторы давления, газосмесители, клапаны. Системы топливоподачи газожидкостных двигателей. Системы питания газодизелей. Состав систем и способы управления, конструкции элементов.

### **Вопросы к вступительному экзамену:**

#### **I. Промышленная теплоэнергетика**

1. Системы теплоснабжения промпредприятий. Их классификация, структура и основные элементы;
2. Виды тепловых нагрузок и их расчет. Режимы и графики теплотребления. Теплоносители и их параметры;
3. Основные схемы отпуска тепла на ТЭЦ. Выбор оптимального значения коэффициента теплофикации. Выбор типа и количества основного оборудования ТЭЦ;
4. Классификация и характеристики паровых турбин. Назначение и области использования теплофикационных установок и их эффективность;
5. Взаимосвязь режимов тепловой сети и теплофикационных турбин;
6. Котельные установки. Классификация и области использования котлоагрегатов;
7. Топочные устройства. Их классификация;
8. Теплообменные аппараты. Классификация, схемы, конструкции;
9. Энтропийный метод определения энергетических и технико-экономических показателей ТЭЦ;
10. Паровые системы теплоснабжения: схемы, состав и режимы работы;
11. Преимущества и недостатки водяных и паровых систем теплоснабжения;
12. Методы регулирования отпуска тепла из систем централизованного теплоснабжения. Графики температур и расхода теплоносителя
13. Рассеивание вредных выбросов в атмосфере. Классификация и конструкции дымовых труб;
14. Золоуловители: принцип действия, конструкции;
15. Сточные воды теплоэнергетических установок, методы их очистки;
16. Энергетическое использование твердых бытовых отходов;
17. Виды энергоаудита и их особенности;
18. Энергосбережение в сушильных установках;
19. Применение теплообменников-утилизаторов в системах вентиляции и кондиционирования;
20. Применение тепловых насосов для энергосбережения;
21. Применения оросительных теплообменников для утилизации теплоты уходящих газов;

22. Выбор оптимальной толщины изоляции трубопроводов;
23. Эффективность гелиосистем;
24. Общие принципы энергосбережения в зданиях и сооружениях;
25. Эксергетический метод определения энергетических и технико-экономических показателей ТЭЦ;
26. Мусоросжигающие электростанции: технологические схемы, оборудование, экологические характеристики, экономика;
27. Энергетические установки, работающие на низкокипящем теплоносителе;
28. Энтропийный метод определения энергетических и технико-экономических показателей ТЭЦ;
29. Производственный экологический контроль на примере пылеугольной ТЭЦ;
30. Способы энергосбережения в ректификационных установках.

## **II. Машины и аппараты, процессы холодильной и криогенной техники, систем кондиционирования и жизнеобеспечения**

1. Особенности расчёта теплопередачи при низких температурах ведения процесса.
2. Структура потока и режимы кипения холодильных агентов внутри каналов.
3. Централизованная система конденсирования, разновидности ее исполнения. Основы расчётов.
4. Возобновляемые источники энергии и их использование в технике низких температур.
5. Классификация воздуходелительных установок по признакам давления на компрессоре, возможности получения продуктов разделения в газообразном или сжиженном виде.
6. Особенности воздуходелительных установок низкого давления, методики составления материального и теплового балансов.
7. Принципиальная схема воздуходелительной установки малой производительности, с выдачей газообразного кислорода под высоким давлением посредством плунжерного криогенного насоса конструкции доц. Дробинина И.Н. Преимущества плунжерного криогенного насоса по сравнению с кислородным компрессором.
8. Рефрижераторные и оживительные установки, принципиальные схемы их работы на уровне гелиевых температур.
9. Устройство и основные расчёты центростремительного детандера реактивно-активного типа конструкции П.Л. Капицы.
10. Резервуары для хранения и транспортировки оживенных криопродуктов, особенности конструкции и основы расчёта.
11. Типы криогенной изоляции на основе вакуума. Формула д.т.н. Каганера М.Г. для расчета вакуумно-порошковой тепловой изоляции, физический смысл формулы. Расчет испарителя криопродукта при его хранении в стационарном резервуаре.

12. Случаи образования криоосадка из водного льда и инея на неизолированных участках низкотемпературного оборудования, методы учёта термического сопротивления криоосадка.

13. Классификация и расчёт камерных воздухоохладителей с учётом инеевыпадения на теплопередающей поверхности батареи.

14. Способы и подходы к доставке жидких криопродуктов потребителю. Централизованная и децентрализованная системы снабжения, преимущества и недостатки каждой.

15. Методы сжижения природного газа, их характеристики, преимущества и недостатки. Природный газ как энергоноситель.

16. Водород, методы получения и ожижения. Модификации водорода, орто- и параводород. Водородная энергетика. Металловодородные соединения.

17. Теоретические основы процесса конденсации холодильных агентов, пузырьковая и плёночная виды конденсации, формула Ньютона. Особенности конденсации на пучках труб, внутрикапельная конденсация.

18. Низкотемпературные холодильные машины, многоступенчатые, каскадные, вакуумно-испарительные. Причины перехода от одноступенчатого сжатия к многоступенчатому.

19. Охлаждение воды до околонулевой температуры, конструкции испарителей, получение водоледяной суспензии (бинарный лед), способы, преимущества и недостатки.

20. Очистка воздуха от влаги, углекислоты и ацетилена в воздухоразделительных установках, конструктивные особенности устройств.

21. Изображение процессов дросселирования, детандирования и охлаждения воздуха в теплообменниках в тепловых диаграммах.

22. Тепло- и массообмен между водой и воздухом, формула Меркеля, изображение процесса в  $i-d$  диаграмме. Методика расчёта вентиляторной градирни.

23. Компрессоры динамического сжатия, центробежные, осевые, принцип действия, конструктивные особенности.

24. Рабочие вещества пароконденсационных холодильных машин, классификация рабочих веществ первичного контура, требования, предъявляемые к ним, критерии экологического воздействия на окружающую среду, принципы подбора.

25. Рабочие вещества вторичного контура (теплоохладители), требования, предъявляемые к ним, классификация веществ, их характеристики. Виды хладоносителей, совместимых с пищевыми продуктами, низкотемпературные хладоносители.

26. Криогенно-газовая машина, работающая по циклу Стирлинга, особенности рабочих процессов, протекающих в проточной части машины, изображение процесса в тепловых диаграммах. 27. Идеальный и реальные газы, уравнение состояния, его модификации, длина свободного пробега молекул, распределение молекул по скоростям, формула Максвелла-Больцмана. Законы идеальных газов.

28. Оребрение в аппаратах и системах техники низких температур,

определение оребрения, классификация, технология нанесения. Температурная и тепловая эффективности ребра, система ребер, понятие приведенного коэффициента оребрения.

29. Влажный воздух,  $i-d$  диаграмма, абсолютная и относительная влажности, изображение процессов увлажнения воздуха в диаграмме. Уравнение расчета упругости насыщенных паров воды в зависимости от температуры воздуха.

30. Классификация тепловых аппаратов холодильных машин, основные и вспомогательные аппараты, функциональные и конструктивные признаки в системе классификаций. Виды расчетов аппаратов.

31. Действительный цикл паровой холодильной машины, основные потери и степень термодинамического совершенства действительного цикла. Определение удельной холодопроизводительности и работы, совершенной в цикле.

32. Способы получения искусственного холода. Устройства, реализующие процесс понижения температуры, их характеристики.

33. Термодинамический цикл газовой холодильной машины, изображение в тепловой диаграмме  $T-S$ , расчет КПД цикла. Устройство турбовоздушной холодильной машины, особенности эксплуатации, преимущества и недостатки.

34. Автоматизация холодильных машин, применение микропроцессов для программного регулирования режимов рабочих устройств получения искусственного холода. Приборы и системы автоматизации для контроля работы и защиты холодильной машины.

35. Водный и сухой лёд, методы получения и классификация видов. Холодоаккумуляция, диаграммы двухкомпонентного раствора вода-соль. Понятие эффективной температуры. Эвтектические плиты как основа безмашинного охлаждения.

36. Внутренняя энергия газа, теплосодержание и энтропия, как фундаментальные термодинамические понятия. Обратимые и необратимые процессы в газах.

37. Вакуумные насосы, классификация и характеристики. Основная формула вакуумной техники и её смысл. Режимы течения газов, критерии перехода.

38. Объемные компрессоры: поршневые, винтовые и спиральные, обобщенные показатели их работы, конструкции и основы расчета. Области применения отдельных видов компрессоров.

39. Термотрансформаторы (тепловые насосы). Источники теплоты низкого потенциала. Рабочие вещества тепловых насосов, их характеристики и области применения.

40. Твердотельные рабочие вещества холодильных установок, их характеристики и области применения.

41. Методы интенсификации теплообмена в аппаратах холодильных машин, классификация методов интенсификации конвективного теплообмена по Кирпикову В.А. Интенсификация теплообмена при кипении хладо- и криоагентов.

### **III. Электротехника, электромеханика и электротехнологии**

1. Функции, выполняемые общепромышленным и тяговым приводом, и его обобщенные функциональные схемы. Характеристики электромеханического преобразователя энергии и его математическое описание в двигательном и тормозном режимах.

2. Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с электродвигателями разных типов.

3. Установившиеся режимы работы электропривода. Частотный и спектральный анализ. Учет упругих звеньев и связей. Учет нелинейностей. Построение адекватных моделей с использованием компьютерных технологий.

4. Переходные процессы в электроприводах. Линейные и нелинейные системы, передаточные и переходные функции электропривода.

5. Обобщенный алгоритм компьютерного моделирования линейных или нелинейных систем автоматизированного электропривода; представление и обработка результатов моделирования.

6. Регулирование координат электропривода. Характеристика систем электро-приводов: управляемый преобразователь-двигатель постоянного тока, преобразователь частоты – асинхронный двигатель, преобразователь частоты – синхронный двигатель.

7. Следящие электроприводы. Многодвигательные электромеханические системы. Тяговые электроприводы.

8. Выбор типа и мощности электродвигателя, обоснование структуры, типа и мощности преобразователя. Основные этапы эскизного и рабочего проектирования электропривода.

9. Основные функции и структуры автоматического управления электроприводом. Типовые, функциональные схемы и типовые системы, осуществляющие автоматический пуск, стабилизацию скорости, реверс и остановку электродвигателей.

10. Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления электроприводом (САУ) при заданном рабочем механизме.

11. Методы анализа и синтеза замкнутых, линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных САУ. Применение методов вариационного исчисления и пакетов прикладных программ для ПЭВМ.

12. Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока. Типовые структуры систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построения систем управления асинхронными и синхронными двигателями.

13. Управление электроприводами при наличии редуктора и упругой связи двигателя с механизмом. Стабилизирующие системы управления электроприводами. Защита от перегрузок и аварийных режимов.

14. Типовые узлы и типовые САУ, поддерживающие постоянство заданных переменных.

15. Типовые узлы и типовые следящие САУ непрерывного и дискретного действия. Оптимальные и инвариантные САУ. Анализ и синтез следящих САУ с учетом стохастических воздействий. Цифровые САУ.

16. Электроприводы в робототехнических комплексах и гибких автоматизированных производствах.

17. Применение микропроцессоров и микроЭВМ для индивидуального и группового управления электроприводами технологических объектов и транспортных средств.

18. Адаптивные системы автоматического управления и принципы их управления. Алгоритмы адаптации в электроприводах.

19. Основные принципы построения систем и комплектных узлов общепромышленного электрооборудования и электрооборудования подвижных объектов.

20. Контакторно-резисторные и электронные узлы систем управления электрическим подвижным составом и их особенности.

21. Контактные и бесконтактные узлы электродвигателями постоянного и переменного тока, работающие в непрерывных, релейных и импульсных режимах. Особенности их проектирования.

22. Элементная база силовых цепей электрооборудования (контакторы, резисторы, силовые полупроводниковые приборы).

23. Классификация источников, преобразователей и приемников электрической энергии на транспортных средствах. Характеристика электрических нагрузок.

24. Использование теории случайных процессов для их определения.

25. Основы теории прогнозирования и динамики электроснабжения потребителей электрической энергии.

26. Расчет электрических сетей. Блуждающие токи и коррозия узлов и агрегатов электрических и электронных приборов.

27. Выбор систем и схем электроснабжения. Типовые схемы электроснабжения транспортных средств. Выбор напряжения в системах электроснабжения.

28. Качество электрической энергии. Способы улучшения качества электрической энергии.

29. Влияние качества электрической энергии на производительность и надежность электрических и электронных приборов.

30. Электромагнитная совместимость.

#### **IV. Тепловые двигатели**

1. Термодинамические циклы поршневых двигателей. Параметры рабочих циклов. Анализ показателей циклов. Циклы комбинированных двигателей.

2. Методы повышения эффективной мощности двигателя. Литровая мощность, поршневая мощность, комбинированные показатели. Наддув как способ повышения удельной мощности двигателя. Схемы комбинированных двигателей. Системы наддува.

3. Режимы работы и характеристики двигателей. Совместная работа двигателей и потребителей мощности. Способы регулирования работы двигателей (качественное, количественное, смешанное регулирование, регулирование изменением объема).

4. Принципы работы и классификация поршневых двигателей. Особенности устройства и работы отдельных видов поршневых двигателей (мотокомпрессора, роторно-поршневого двигателя, дизель-молота, мотовибраторов, мотокомпрессора и мотогенератора газа, двигателя с внешним подводом теплоты).

5. Методы расчетов на прочность деталей двигателей. Численные методы моделирования теплового и напряженно-деформированного состояния деталей. Метод конечных элементов. Выбор расчетных режимов. Параметры, характеризующие надежность двигателей.

6. Системы управления фазами газораспределения. Механический, пневмогидравлический и электромагнитный приводы клапанов. Компоновка клапанных механизмов. Расчет на прочность деталей механизма газораспределения.

7. Классификация преобразующих механизмов поршневых двигателей. Кинематика кривошипно-шатунного механизма. Силы и моменты, действующие в двигателе. Внутренняя и внешняя неуравновешенности двигателя. Способы балансировки двигателей.

8. Крутильные, продольные, изгибные и связанные колебания коленчатых валов, приводов систем газораспределения и топливоподачи. Уравнения колебаний. Крутильные колебания разветвленных систем. Определение амплитуд колебаний и напряжений при резонансе. Способы демпфирования колебаний в поршневых двигателях.

9. Шум и вибрации в двигателях, их источники. Допустимые уровни. Снижение шума и вибраций.

10. Конструкции и расчет форсунок и насос-форсунок, их статические гидравлические характеристики, способы запирания форсунок. Проектирование и расчет форсунок. Гидродинамический расчет процесса подачи топлива.

11. Схемы и конструкции ГТД, ГТУ, и агрегатов наддува с использованием теплообменных устройств.

12. Системы впуска и выпуска. Трубопроводы. Воздушные фильтры. Охлаждители наддувочного воздуха. Глушители шума на впуске и выпуске. Настройка систем. Методы расчета и анализ конструкций. Моделирование течений газа в газозоудушном тракте двигателей.

13. Объемные компрессоры, характеристика и особенности работы. Принцип действия и рабочий процесс поршневого компрессора. Принцип действия и показатели роторных компрессоров. Принцип действия и особенности рабочего процесса роторно-винтового компрессора.

14. Повышение топливной экономичности за счет применения в конструкции ГТД теплообменных устройств.

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

16. Топлива для двигателей с принудительным воспламенением.

Детонационная стойкость бензина и ее оценка. Методы определения октановых чисел. Ассортимент бензинов. Новые виды топлив.

17. Теплообменные аппараты регенеративного типа. Особенности их конструкции. Основные характеристики и методики расчета.

18. Охлаждающие жидкости. Требования к охлаждающим жидкостям. Низкотемпературные охлаждающие жидкости. Антифризы, тосолы. Пусковые жидкости. Условия применения. Преобразование неэлектрических величин в электрические. Первичные преобразователи. Усилители. Формирователи. Аналого-цифровые преобразователи. Выходные устройства. Осциллографы, потенциометры, мосты. Регистрация результатов. Измерение времени.

19. Основные понятия математической теории эксперимента. Полные и дробные факторные планы. Планы для получения регрессий с взаимодействующими факторами. Центральные композиционные планы.

20. Классификация теплообменников. Классификация поверхностей теплообмена.

21. Системы автоматического управления (САУ) и регулирования (САР). Двигатель и регулятор как элементы САР. Установившиеся и неустойчивые режимы работы.

22. Характеристики поверхностей теплообмена. Теплоотдача теплообменных аппаратов поверхностного типа. Гидравлическое сопротивление теплообменных аппаратов.

23. Дифференциальное уравнение двигателя как объекта регулирования по частоте вращения. Регуляторы прямого действия. Конструктивные схемы и принцип действия.

## **Литературные источники**

### **I. Промышленная теплоэнергетика**

#### **Основная литература**

1. Стерман Л. С. Тепловые и атомные электрические станции: Учебник для вузов / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин. — Изд. 4-е, перераб. и доп. — М.: Изд. дом МЭИ, 2008. — 463 с.

2. Тепловые электрические станции: Учебник для вузов / В. Д. Буров [и др.]; под ред. В. М. Лавыгина, А. С. Седлова, С. В. Цанева. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Изд. дом МЭИ, 2007. — 464 с.

3. Амосов Н.Т. Теплофикация и теплоснабжение: Учебное пособие. – СПб.: Издательство политехнического университета, 2010. – 236 с.

4. Тепловые электрические станции: учебник для Вузов, Буров В.Д., Дорохов Е.В., Елизаров Д.П. и др.; под ред. В.М. Лавыгина, А.С. Седлова, С.В. Цанева. – 3-е изд. стереотип., Издательский дом МЭИ, 2009, - 466 с.

5. Костюк Р. И. Тепловые и атомные электрические станции: Проектные решения и режимные характеристики ТЭЦ с парогазовыми установками утилизационного типа (на примере Северо-Западной ТЭЦ): Учеб. пособие / Р. И. Костюк, А. Н. Блинов, В. М. Корень; под ред. Р. И. Костюка. — СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2005. — 172 с.

6. Бойко Е.А. Тепловые электрические станции: Паротурбинные установки ТЭС: Справ. пособие/Бойко Е.А., Баженов К.В., Грачев П.А. – Красноярск: ИПЦКГЕУ, 2006. – 152 с.

7. Цанев С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: Учеб. Пособие для Вузов/ Цанев С.В., Буров В.Д., Ремезов А.Н.; под ред. Цанева С.В. – М.: Издательство МЭИ, 2002.- 584 с.

8. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети: учеб. для вузов / Е.Я. Соколов. — М.: Издательство МЭИ, 2001.

9. Тихомиров А. К. Теплоснабжение района города: учеб. пособие / А.К. Тихомиров. — Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2006. Сергеев В.В., Калютник А.А., Моршин В.Н. и др. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Проектирование и расчет газогенераторных установок при использовании биомассы. Учебное пособие /СПб., Изд-во Политехнич. ун-та, 2004, - 60 с.

### Дополнительная литература

1. Воронов В.Н., Сенина В.А. и др. Химико-технологические режимы АЭС с водо-водяными энергетическими реакторами /М.: Изд. «Дом МЭИ», 2006,- 390 с.

2. Боровков В.М., Аль-Алафин А. Эффективность применения тепловых насосов на тепловых электростанциях с парогазовыми установками. Учебное пособие /СПб.: Изд-во Политехнич. ун-та, 2008, - 265 с.

3. Мошкарин А.В., Девочкин М.А., Шелыгин Б.Л. и др. Анализ направлений развития отечественной энергетики /Иван. гос. энерг. ун-т, Иваново, 2002, - 256 с.

4. Сергеев В.В. Теплоэнергетические основы промышленной слоевой газификации растительной массы /Автореф. докт. техн. наук, СПб.: 2009, - 32 с.

5. Киселев В.Г. Теплофикация и теплоснабжение. Защита от коррозии. Учебное пособие /СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2009, - 62 с.

6. Амосов Н.Т. Теплофикация и теплоснабжение. Учебное пособие /СПб.: Изд-во Политехнич. ун-та, 2009, - 230 с.

7. Боровков В.М., Гегоц Л.Б., Воробьев Ю.С. и др. Материалы и прочность оборудования ТЭС /СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008, - 611 с.

8. Машиностроение. Энциклопедия. Т. IV-18. Котельные установки / Ю.А. Рундыгин, Е.Э. Гильде, А.В. Судаков и др.; Под ред. Ю.С. Васильева, Г.П. Поршнева. – М.: Машиностроение, 2009. - 400 с.

9. Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы. М.–Ижевск: РХД, 2004.– 591 с.

10. Теоретические основы теплотехники. Справочник. Под ред. А.В. Клименко и В.М. Зорина.– М.: МЭИ, 2001.– 564 с.

11. Основы практической теории горения / Под ред. В.В. Померанцева.– Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1986.– 312 с.

12. Парогенераторы: Учебник для вузов / Под общ. ред. А. П. Ковалева. М.: Энергоатомиздат, 1985. - 376 с.

## **II. Машины и аппараты, процессы холодильной и криогенной техники, систем кондиционирования и жизнеобеспечения**

### **Основная литература**

1. Холодильные машины: Учебник для студентов вузов специальности «Техника и физика низких температур» / А.В. Бараненко, Н.Н. Бухарин, В.И. Пекарев, Л.С. Тимофеевский; под общ. ред. Л.С. Тимофеевского. – СПб.: Политехника, 2006. – 944 с.

### **Дополнительная литература**

1. Курьлев Е.С., Оносовский В.В., Румянцев Ю.Д. Холодильные установки: Учебник для студентов вузов – СПб.: Политехника, 1999. – 576 с.

2. Холодильная техника / В.Ф. Лебедев, И.Г. Чумак, Г.Д. Аверин и др. / Под ред. Лебедева. – М.: Агропромиздат, 1986. – 335 с.

3. Розанов Л.Н. Вакуумная техника: Учебник для вузов – М.: Высшая школа, 1982. – 207с.

4. Маринюк Б.Т. Теплообменные аппараты ТНТ. Конструктивные схемы и расчет. – М.: Энергоатомиздат, 2009. – 200 с.

## **III. Электротехника, электромеханика и электротехнологии**

### **Основная литература**

1. Ильинский Н.Ф., Козаченко В.Ф. Общий курс электропривода. - М.: Энерго-атомиздат, 2001.

2. Башарин А.В., Постников Ю.В. Примеры расчета автоматизированного привода на ЭВМ. - Л.: Машиностроение, 2002.

3. Терехов В.М. Элементы автоматизированного электропривода. - М.: Машино-строение, 2006.

4. Ключев В.И. Теория электропривода. - М.: Машиностроение, 2002.

5. Шенфельд Р., Хабигер Э. Автоматизированные электроприводы. - Л.: Машиностроение, 2001.

6. Теория электрической тяги /В.Е Розенфельд, И.П. Исаев, Н.Н. Сидоров, М.И. Озеров. - М.: Машиностроение, 2004.

7. Тихменев Б.Н., Трахтман Л.М. Подвижной состав электрифицированных железных дорог. Теория работы электрооборудования, электрические схемы и аппараты. - М.: Машиностроение, 2002.

8. Ютт В.Е. Электрооборудование автомобилей. Учебник для вузов. -4-е изд., - М.: Горячая линия-Телеком. 2006 - 440 с.

9. Чижков Ю.П., Акимов С.В. Электрооборудование автомобилей: Учебник для вузов. – М.: За рулем, 2004. –384 с.

10. Чижков Ю.П. Электрооборудование автомобилей и тракторов: Учебник. – М., 2007.

11. В.А. Набоких. "Электрооборудование автомобилей и тракторов". Учебник - М.: Изд-во "Академия", 2011. – 400 с.

12. «Системы управления бензиновыми двигателями». Перевод с немецкого. Первое русское издание. – М.: ООО Книжное издательство «За рулем»,

2005. - 432 с.

13. Системы управления бензиновыми двигателями. Перевод с немецкого. Первое русское издание. – М.: ЗАО КЖИ «За рулем», 2004. - 480 с, ил.

14. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика. - М.: ЮНИТИ-ДАТА, 2010. - 551 с.

### **Дополнительная литература**

1. Ильинский Н.Ф. Основы электропривода. - М.: Изд-во МЭИ, 2000.

2. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода. - М.: Машиностроение, 2005.

3. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами. - Л.: Машиностроение, 2000.

4. Акимов А.В., Акимов С.В., Лейкин Л.П. Генераторы зарубежных автомобилей. – М.: Издательство «За рулем» 2003 –128 с.

5. Системы подчиненного регулирования электроприводов переменного тока с вентильными преобразователями /О.В. Слежановский, Л.Х. Дацковский, И.С. Кузнецов и др. - М.: Машиностроение, 2001.

6. Справочник по автоматизированному электроприводу. /Под ред. В.А. Елисеева, А.В. Шинянского. - М.: Машиностроение, 2000.

7. Ефремов И.С., Косарев Г.В. Теория и расчет электрооборудования подвижного состава городского электрического транспорта. - М.: Машиностроение, 2002.

8. Поздеев А.А. Электромагнитные и электромеханические процессы в частотно регулируемых асинхронных электроприводах. - Чебоксары.: Изд-во Чуваш. гос. ун-та, 2008.

9. Квайт СМ. и др. Пусковые качества и системы пуска автотракторных двигателей/ СМ. Квайт, Я.А. Менделевич, Ю.П. Чижков. - М.: Машиностроение, 2000. - 256 с.

10. Воронин П.А. Силовые полупроводниковые ключи: семейства, характеристики, применение. – М.: Додэка-XXI. 2001. – 384 с.

11. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. – М.: Додэка-XXI. 2005. – 528 с.

12. Ермаков В.В., Д.В. Иванов. Планирование эксперимента в технике Учебное пособие для ВУЗов. - Тольятти 2003 г. . – 252 с.

13. Пугачев В.С. Основы автоматического управления. - М.: Наука, 2004. - 544 с.

14. Мельников А.А. Управление техническими системами автомобилей и тракто- ров (Системы электроники и автоматики). – М.: Изд-во «Академия» 2003. – 256 с.

15. Ефимов И.Е., Козырь И.Я. Основы микроэлектроники. – М.: Лань, 2008. – 384 с.

16. Уайт Ч., Рендал М. Диагностика двигателя, коды неисправностей. Руководство. – СПб.: Альфамер Паблицинг, 2009. – 304 с.

17. Тюнин А.А. Диагностика электронных систем управления двигателями легковых автомобилей. – М.: Солон-пресс, 2007. – 352 с.

18. Старостин А.К., Окшевский Л.Л. Элементы основ надежности автомобильной электроники. - М.: НПО "Автоэлектроника", 1995. - 137с.

19. Данов Б.А., Титов Е.И. Электронное оборудование иностранных автомобилей. Системы управления трансмиссией, подвеской и тормозной системой: Фольксваген, Опель, Мерседес, БМВ, Ситроен, Нисан, Вольво. – М.: Альянс, 2007. – 78 с.

#### **IV. Тепловые двигатели**

##### **Основная литература**

1. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учеб пособие для вузов./ А. И. Колчин, В. П. Демидов. - 3 изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2003. – 496 с.

2. Кавтарадзе Р.З. Теория поршневых двигателей. Учебник для вузов.- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 720 с.

3. Фомин В.М. Расчеты на прочность поршней, шатунов, коленчатых валов ДВС. Пакет прикладных программ для расчета на ПЭВМ (в системе mathcad). - М.: МГТУ «МАМИ», 2010.

4. Теория двигателей внутреннего сгорания. Учебник/ В.Г. Дьяченко-перевод с украинского языка. - Харьков: ХНАДУ, 2009.- 500 с.

5. Теория двигателей внутреннего сгорания. Учебник/ В.Г. Дьяченко-перевод с украинского языка. - Харьков: ХНАДУ, 2009.- 500 с.

6. Комбинированные двигатели внутреннего сгорания: Учебник для студентов вузов./ Н. Д. Чайнов, Н. А. Иващенко, А. Н. Краснокутский, Л. Л. Мягков; Под ред. Н. Д. Чайнова. - М.: Машиностроение, 2008. – 496 с.

7. Альтернативные моторные топлива: учеб. пособие для вузов А.Л. Лапидус, И.Ф. Крылов, Ф.Г. Жагфаров, В.Е. Емельянов. – М.: Центрлитнефтегаз, 2008. - 288с.

##### **Дополнительная литература**

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

2. Яманин А. И., Жаров А.В. Динамика поршневых двигателей. М.: Машиностроение, 2003. - 468 с.

3. Вальехо Мальдонадо П.Р., Гришин Д.К. Кинематический и динамический расчеты аксиального и дезаксиального кривошипно-шатунных механизмов рядного поршневого двигателя внутреннего сгорания с применением программы mathcad: Учебно-методическое пособие для выполнения практических и лабораторных работ, курсовых и дипломных проектов. – М.: МГТУ «МАМИ», 2011. 108 стр.

4. Гоц А. Н. Кинематика и динамика кривошипно-шатунного механизма поршневых двигателей: учеб. пособие/ А. Н. Гоц; Владим. гос. гн-т.- Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006.-104с.

5. Токсичность отработавших газов / В.А. Марков, Р.М. Баширов, В.Г. Кислов и др. - Уфа: Изд-во БГАУ, 2000.

6. Иващенко Н.А., Вагнер В.А., Грехов Л.В. Дизельные топливные системы с электронным управлением: Учебно-практическое пособие. - Барнаул: Изд-во АлГТУ, 2000.

7. Балтенас Р., Сафонов А.С., Ушаков А.И., Шаргалис В. Моторные масла. - М.- СПб., «Альфа – Лаб», 2000. – 146 с.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании Методической комиссии Факультета урбанистики и городского хозяйства «23» марта 2017 г., протокол № 2.

Декан ФУиГХ

Л.А. Марюшин