

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Автомобильное отделение



Утверждаю

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Теория рабочих процессов поршневых двигателей

Направление подготовки: 13.03.03 - Энергетическое машиностроение

Профиль подготовки: Двигатели внутреннего сгорания

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Хлюпин В.Б. (Кафедра автомобилей, автомобильных двигателей и дизайна, Автомобильное отделение), VBHljupin@kpfu.ru ; Луцко Василий Александрович

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3	способностью демонстрировать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках
ПК-12	способностью проводить анализ работы объектов профессиональной деятельности
ПК-5	способностью участвовать в расчетных и экспериментальных исследованиях, проводить обработку и анализ результатов

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные закономерности протекания рабочего процесса двигателей, их показателей, характеристики, методы математического моделирования внутрицилиндровых процессов;

Должен уметь:

- применять на практике положения теории процессов в ДВС;
- моделировать процессы и анализировать результаты расчетов;
- пользоваться программами расчета рабочего процесса искровых двигателей и дизелей;
- формулировать цели проекта, выявлять приоритеты и находить компромиссы при проектировании ДВС;
- пользоваться патентной информацией и периодической литературой при принятии конструкторского решения;

Должен владеть:

- терминологическим аппаратом дисциплины;
- навыками самостоятельной работы при выполнении курсовой работы и работе с литературой;
- простейшими языками программирования.

Должен демонстрировать способность и готовность:

ОПК-2 способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач  
ОПК-3

способность демонстрировать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках

ПК-3 способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения

ПК-5 - способность участвовать в расчетных и экспериментальных исследованиях, проводить обработку и анализ результатов

ПК-9 готовностью разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.9 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.03 "Энергетическое машиностроение (Двигатели внутреннего сгорания)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 2, 3 курсах в 4, 5, 6 семестрах.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 13 зачетных(ые) единиц(ы) на 468 часа(ов).

Контактная работа - 162 часа(ов), в том числе лекции - 72 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 54 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 270 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 4 семестре; зачет в 5 семестре; экзамен в 6 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Предмет и задачи дисциплины. Проблемы и перспективы дальнейшего развития ТРП. Классификация двигателей.	4	6	6	0	24
2.	Тема 2. Рабочие тела и их свойства.	4	6	6	0	24
3.	Тема 3. Рабочий процесс действительного цикла.	4	6	6	0	24
4.	Тема 4. Процессы газообмена.	4	6	6	0	24
5.	Тема 5. Процесс сжатия.	4	6	6	0	24
6.	Тема 6. Смесеобразование и сгорание.	4	6	6	0	24
7.	Тема 7. Процесс расширения.	5	6	0	6	24
8.	Тема 8. Показатели двигателей. Индикаторные и эффективные показатели.	5	6	0	6	24
9.	Тема 9. Характеристики двигателей.	5	6	0	6	24
10.	Тема 10. Неустановившиеся режимы работы ДВС. Работа двигателя с потребителем мощности при неустановившихся режимах.	6	4	0	10	12
11.	Тема 11. Регулирование работы двигателя.	6	4	0	8	12
12.	Тема 12. Тепловой баланс ДВС. Теплообмен в ДВС.	6	6	0	10	18
13.	Тема 13. Понятие о теплонапряженности.	6	4	0	8	12
	Итого		72	36	54	270

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

**Тема 1. Введение. Предмет и задачи дисциплины. Проблемы и перспективы дальнейшего развития ТРП. Классификация двигателей.**

Предмет и задачи дисциплины. История развития теории рабочих процессов (ТРП) ДВС и роль отечественной науки в ее создании и развитии. Учебная литература Достижения в области ТРП в Рос-сии и за ее пределами. Основные научные центры. Проблемы и перспективы дальнейшего развития ТРП. Классификация двигателей по способу осуществления рабочего цикла. Термодинамические основы действительных рабочих процессов и циклов. Параметры и процессы тер-модинамических циклов. Показатели эффективности термодинамических циклов. Качественный и количест-венный анализ циклов. Термодина-мический разомкнутый цикл: процес-сы, параметры и показатели эффек-тивности. Роль термодинамических циклов как прообраза действительных циклов комбинированных двигателей. Принципы распределения ра-боты между поршневой и лопаточной частями комбинированного двигателя.

## **Тема 2. Рабочие тела и их свойства.**

Рабочие тела, применяемые в ДВС топлива, окислители, их основные свойства. Требования к топливам. Альтерна-тивные топлива ДВС. Реакция окис-ления жидких и газообразных топлив. Стехиометрическое количество воз-духа. Величины, характеризующие состав топливовоздушных смесей. Коэффициент молекулярного изме-нения свежей и рабочей смеси. Физическая и химическая неполнота сго-рания. Понятие о токсичности отра-ботавших газов. Теплота сгорания топлив и топливовоздушных смесей. Ее зависимость от состава топлива и горючей смеси. Теплоемкость и внутренняя энергия свежей, рабочей смеси и продуктов сгорания.

## **Тема 3. Рабочий процесс действительного цикла.**

Рабочий процесс действительного цикла. Диаграммы 4-хтактных и 2-хтактных двигателей. Индикаторная диаграмма и основные процессы действительного цикла двигателей с воспламенением от сжатия и искрового зажигания. Показатели характеризующие процессы и цикл. Относительный коэф-фициент полезного действия.

## **Тема 4. Процессы газообмена.**

Газообмен в 4-хтактных двигателях. Параметры рабочего тела перед впускными орга-нами в цилиндре в конце выпуска и наполнения. Диаграмма времени ? сечения и фаз газораспределения. Процессы выпуска и впуска, продув-ки и дозарядки. Газодинамические явления во впускной и выпускной системах. Физические основы газо-динамического наддува. Критериаль-ный метод расчета. Особенности га-зообмена в двигателях с турбонадду-вом. Показатели качества газообмена. Суммарный коэффициент избытка воздуха. Зависимость коэффициента наполнения и коэффициента остаточ-ных газов от частоты вращения ко-ленчатого вала и нагрузки, парамет-ров рабочего тела на впуске и выпус-ке, различных конструктивных фак-торов. Организация движения свеже-го заряда при впуске. Величины, ха-рактеризующие интенсивность дви-жения заряда. Экспериментальное определение показателей газообмена. Математическое моделирование процессов газообмена. Газообмен в 2-хтактных двигате-лях. Схемы газообмена. Основные параметры газообмена. Параметры рабочего тела в процессе газообмена. Параметры качества газообмена. Газодинамические явления во впускной и выпускной системах. Влияние конструктивных и режимных факторов на газообмен.

## **Тема 5. Процесс сжатия.**

Процесс сжатия. Роль процесса сжа-тия. Отличие процессов сжатия в действительном и термодинамиче-ском циклах. Значение степени сжа-тия в различных двигателях. Физико ? химические процессы сжатия в ра-бочем теле в процессе сжатия. Влия-ние теплообмена рабочего тела со стенками цилиндра на процесс сжа-тия. Показатель условной политропы сжатия, его изменение по ходу порш-ня. Среднее значение политропы сжатия и его зависимость от конст-руктивных и режимных факторов. Организация движения заряда в ци-линдре в процессе сжатия. Особенно-сти сжатия в двигателях с разделен-ными камерами сгорания. Параметры рабочего тела в процессе сжатия. Двигатели с регулируемым процес-сом сжатия.

## **Тема 6. Смесеобразование и сгорание.**

Смесеобразование и сгорание. Роль смесеобразования в действительных циклах различных двигателей. Влия-ние на смесеобразование физических свойств и количественного соотно-шения топлива и воздуха. Внешнее и внутреннее смесеобразование. Испа-ряемость капель и пленок жидкого топлива. Методы распыливания жид-ких топлив и суспензий. Впрыскива-ние жидких топлив. Характеристики впрыскивания. Физические основы распыливания жидких топлив, харак-теристики распыливания. Строение топливных факелов. Факторы, влияющие на параметры топливных факелов. Перемешивание топлива и воздуха во впускных каналах, нераз-деленных и разделенных камерах сгорания. Энергия, затрачиваемая на смесеобразование, вихревое отноше-ние. Объемное, пленочное, комбини-рованное и послойное смесеобразо-вание. Воспламенение горючих смесей. Распространение пламени по объему камер сгорания. Влияние конст-руктивных и режимных факторов на сго-рание в двигателях с различными способами воспламенения смесей. Сгорание в разделенных и неразде-ленных камерах с различными спосо-бами смесеобразования. Влияние на сгорание свойств топлива, состава смеси и движения в камере. Процесс сгорания при совместном сжигании жидких и газообразных топлив. Па-раметры, характеризующие процесс сгорания, период задержки воспла-менения (период индукции), продол-жительность сгорания, максимальные температуры и давления сгорания, скорость нарастания давления. Тер-модинамический расчет сгорания, коэффициенты выделения и исполь-зования теплоты. Их зависимость от конструктивных и режимных факто-ров. Экспериментальное исследова-ние сгорания. Образование токсич-ных веществ при сгорании. Способы управления сгоранием, направленные на снижение токсичности.

## **Тема 7. Процесс расширения.**

Процесс расширения. Особенности расширения в действительных циклах. Теплоотдача в стенки, лучистый теплообмен, догорание топлива. Изменение коэффициента использования теплоты в процессе расширения. Показатель условной политропы расширения, его зависимость от теплоотдачи в стенки и догорания топлива, конструктивных и режимных факторов. Расчет состояния рабочего тела в процессе расширения для различных двигателей.

#### **Тема 8. Показатели двигателей. Индикаторные и эффективные показатели.**

Показатели двигателей. Индикаторные и эффективные показатели. Индикаторная работа действительного цикла. Среднее индикаторное давление цикла теоретическое и действительное. Зависимость среднего индикаторного давления от параметров цикла, конструктивных и режимных факторов. Индикаторная мощность. Удельный индикаторный расход топлива. Индикаторный КПД для различных двигателей, их зависимость от конструктивных и режимных факторов. Составляющие механических потерь. Работа, среднее давление и условная мощность механических потерь. Механический КПД. Зависимость механических потерь от конструктивных, режимных факторов. Влияние наддува на механические потери. Значение механического КПД для различных двигателей. Пути повышения механического КПД. Экспериментальное определение механических потерь. Эффективная работа цикла, среднее эффективное давление, эффективная мощность двигателя и крутящий момент. Удельный эффективный расход топлива, эффективный КПД. Зависимость эффективных показателей от конструктивных, режимных и эксплуатационных факторов. Удельно-массовые показатели ДВС: литровая и удельная поршневая мощность, удельная и литровая массы. Форсирование ДВС по тактности, частоте вращения и среднему эффективному давлению. Пределы форсирования. Основные эффективные и удельно-массовые показатели различных двигателей. Отношение коэффициента наполнения к коэффициенту избытка воздуха как характеристика степени использования объема цилиндра и свежего заряда. Экспериментальные методы определения эффективных показателей двигателей. Характеристики двигателей. Установившиеся и переходные режимы работы двигателей. Области режимов работы двигателей. Понятие характеристики двигателей. Скоростные характеристики двигателей различных типов. Влияние конструктивных, режимных и эксплуатационных режимов на скоростные характеристики. Совместная работа двигателей и потребителей мощности. Устойчивость режимов работы двигателей. Двигатели постоянной мощности и постоянного крутящего момента. Регуляторные характеристики дизелей. Нагрузочные, многопараметровые, регулировочные характеристики. Характеристики холостого хода, пусковые, токсичности, шумоизлучения, детонационные и др.

#### **Тема 9. Характеристики двигателей.**

Характеристики двигателей. Установившиеся и переходные режимы работы двигателей. Области режимов работы двигателей. Понятие характеристики двигателей. Скоростные характеристики двигателей различных типов. Влияние конструктивных, режимных и эксплуатационных режимов на скоростные характеристики. Совместная работа двигателей и потребителей мощности. Устойчивость режимов работы двигателей. Двигатели постоянной мощности и постоянного крутящего момента. Регуляторные характеристики дизелей. Нагрузочные, многопараметровые, регулировочные характеристики. Характеристики холостого хода, пусковые, токсичности, шумоизлучения, детонационные и др.

#### **Тема 10. Неустановившиеся режимы работы ДВС. Работа двигателя с потребителем мощности при неустановившихся режимах.**

Неустановившиеся режимы работы ДВС. Работа двигателя с потребителем мощности при неустановившихся режимах. Совместная работа двигателей и потребителей мощности. Устойчивость режимов работы двигателей. Двигатели постоянной мощности и постоянного крутящего момента. Регуляторные характеристики дизелей. Нагрузочные, многопараметровые, регулировочные характеристики. Характеристики холостого хода, пусковые, токсичности, шумоизлучения, детонационные и др. Сходственные условия работы и рабочий цикл. Прием и сброс нагрузки, разгон, пуск, прогрев и остановка двигателя, принудительный холостой ход.

#### **Тема 11. Регулирование работы двигателя.**

Регулирование работы двигателя. Возможные методы регулирования работы двигателей различных типов. Качественное, количественное, смешанное. Их достоинства, недостатки и области применения. Изменение степени сжатия, объема цилиндра, фаз газораспределения, конфигурации впускной системы, отключение цилиндров как способа регулирования работы двигателей.

#### **Тема 12. Тепловой баланс ДВС. Теплообмен в ДВС.**

Тепловой баланс ДВС. Теплообмен в ДВС. Внешний и внутренний тепловой баланс двигателей. Зависимость от режима работы. Теплообмен в ДВС. Характеристики холостого хода, пусковые, токсичности, шумоизлучения, детонационные и др. Сходственные условия работы и рабочий цикл. Прием и сброс нагрузки, разгон, пуск, прогрев и остановка двигателя, принудительный холостой ход.

#### **Тема 13. Понятие о теплонапряженности.**

Понятие о теплонапряженности. Теплообмен в ДВС. Характеристики холостого хода, пусковые, токсичности, шумоизлучения, детонационные и др. Сходственные условия работы и рабочий цикл. Прием и сброс нагрузки, разгон, пуск, прогрев и остановка двигателя, принудительный холостой ход.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Двигатели внутреннего сгорания -

[http://www.studmed.ru/vyubov-dn-i-dr-dvigateli-vnutrennego-sgoraniya-teoriya-porshnevyyh-i-kombinirovannyh-dvigatelay\\_cadd](http://www.studmed.ru/vyubov-dn-i-dr-dvigateli-vnutrennego-sgoraniya-teoriya-porshnevyyh-i-kombinirovannyh-dvigatelay_cadd)

Теория поршневых двигателей - <http://baumanpress.ru/books/530/530.pdf>

Теория поршневых и комбинированных двигателей -

<http://rusautomobile.ru/library/teoriya-porshnevyyh-i-kombinirovannyh-dvigatelay-orlin-a-1983/>

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 4</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Лабораторные работы	ПК-5 , ПК-12	1. Введение. Предмет и задачи дисциплины. Проблемы и перспективы дальнейшего развития ТРП. Классификация двигателей. 2. Рабочие тела и их свойства.
2	Лабораторные работы	ПК-5 , ПК-12 , ОПК-3	3. Рабочий процесс действительного цикла. 4. Процессы газообмена.
3	Лабораторные работы	ПК-5 , ПК-12 , ОПК-3	5. Процесс сжатия. 6. Смесеобразование и сгорание.
	<b>Зачет</b>	ОПК-3, ПК-12, ПК-5	
<b>Семестр 5</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Лабораторные работы	ПК-5 , ПК-12	7. Процесс расширения.
2	Лабораторные работы	ОПК-3	8. Показатели двигателей. Индикаторные и эффективные показатели.
3	Лабораторные работы	ПК-5	9. Характеристики двигателей.
	<b>Зачет</b>	ОПК-3, ПК-12, ПК-5	
<b>Семестр 6</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Лабораторные работы	ПК-5 , ПК-12	10. Неуставившиеся режимы работы ДВС. Работа двигателя с потребителем мощности при неуставившихся режимах. 11. Регулирование работы двигателя.
2	Лабораторные работы	ОПК-3	12. Тепловой баланс ДВС. Теплообмен в ДВС.
3	Лабораторные работы	ПК-5	13. Понятие о теплонапряженности.

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
	<b>Экзамен</b>	ОПК-3, ПК-12, ПК-5	

**6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 4</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1
					2
					3
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		
<b>Семестр 5</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1
					2
					3
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		
<b>Семестр 6</b>					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Текущий контроль</b>					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1 2 3
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 4**

**Текущий контроль**

**1. Лабораторные работы**

Темы 1, 2

Введение. Предмет и задачи дисциплины. История развития теории рабочих процессов (ТРП) ДВС и роль отечественной науки в ее создании и развитии. Учебная литература

Достижения в области ТРП в России и за ее пределами. Основные научные центры. Проблемы и перспективы дальнейшего развития ТРП.

Классификация двигателей по способу осуществления рабочего цикла.

Термодинамические основы действительных рабочих процессов и циклов. Параметры и процессы термодинамических циклов. Показатели эффективности термодинамических циклов. Качественный и количественный анализ циклов. Термодинамический разомкнутый цикл: процессы, параметры и показатели эффективности. Роль термодинамических циклов как прообраза действительных циклов комбинированных двигателей. Принципы распределения работы между поршневой и лопаточной частями комбинированного двигателя.

Рабочие тела и их свойства. Рабочие тела, применяемые в ДВС ? топлива, окислители, их основные свойства. Требования к топливам. Альтернативные топлива ДВС. Реакция окисления жидких и газообразных топлив. Стехиометрическое количество воздуха. Величины, характеризующие состав топливовоздушных смесей. Коэффициент молекулярного изменения свежей и рабочей смеси. Физическая и химическая неполнота сгорания. Понятие о токсичности отработавших газов. Теплота сгорания топлив и топливовоздушных смесей. Ее зависимость от состава топлива и горючей смеси. Теплоемкость и внутренняя энергия свежей, рабочей смеси и продуктов сгорания.

Вопросы:

1. Термодинамический цикл с подводом теплоты при  $V=\text{const}$  (цикл Отто). Параметры, основные процессы и показатели цикла.
2. Внешняя и частичная скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
3. Термодинамический цикл с подводом теплоты при  $p=\text{const}$  (цикл Дизеля). Параметры, основные процессы и показатели цикла.
4. Индикаторная работа и среднее индикаторное давление цикла. Их зависимость от состава смеси.
5. Сравнительный анализ эффективности термодинамических циклов Отто и Дизеля. Предпосылки и условия для качественного и количественного анализа.

## 2. Лабораторные работы

Темы 3, 4

Рабочий процесс действительного цикла. Индикаторная диаграмма и основные процессы действительного цикла двигателей с воспламенением от сжатия и искрового зажигания. Показатели характеризующие процессы и цикл. Относительный коэффициент полезного действия. Процессы газообмена. Газообмен в 4-тактных двигателях. Параметры рабочего тела перед впускными органами в цилиндре в конце выпуска и наполнения. Диаграмма времени - сечения и фаз газораспределения. Процессы выпуска и впуска, продувки и дозарядки.

Газодинамические явления во впускной и выпускной системах. Физические основы газодинамического наддува.

Критериальный метод расчета. Особенности газообмена в двигателях с турбонаддувом. Показатели качества газообмена. Суммарный коэффициент избытка воздуха. Зависимость коэффициента наполнения и коэффициента остаточных газов от частоты вращения коленчатого вала и нагрузки, параметров рабочего тела на впуске и выпуске, различных конструктивных факторов. Организация движения свежего заряда при впуске. Величины, характеризующие интенсивность движения заряда. Экспериментальное определение показателей газообмена. Математическое моделирование процессов газообмена.

Газообмен в 2-тактных двигателях. Схемы газообмена. Основные параметры газообмена. Параметры рабочего тела в процессе газообмена. Параметры качества газообмена. Газодинамические явления во впускной и выпускной системах. Влияние конструктивных и режимных факторов на газообмен.

Вопросы:

1. Индикаторная диаграмма и основные процессы действительного цикла двигателя искрового зажигания.
2. Регулировочная характеристика ДВС по углу опережения зажигания.
3. Показатели, характеризующие действительный цикл ДВС. Относительный коэффициент полезного действия и резервы его повышения.
4. Совместная работа двигателя с потребителем мощности. Устойчивости режимов работы двигателей.
5. Регулировочная характеристика двигателя искрового зажигания по составу смеси.

## 3. Лабораторные работы

Темы 5, 6

Процесс сжатия. Роль процесса сжатия. Отличие процессов сжатия в действительном и термодинамическом циклах. Значение степени сжатия в различных двигателях. Физико ? химические процессы сжатия в рабочем теле в процессе сжатия. Влияние теплообмена рабочего тела со стенками цилиндра на процесс сжатия. Показатель условной политропы сжатия, его изменение по ходу поршня. Среднее значение политропы сжатия и его зависимость от конструктивных и режимных факторов. Организация движения заряда в цилиндре в процессе сжатия. Особенности сжатия в двигателях с разделенными камерами сгорания. Параметры рабочего тела в процессе сжатия. Двигатели с регулируемым процессом сжатия.

Вопросы:

1. Процесс расширения. Влияние теплоотдачи в стенки, лучистого теплообмена и догорания топлива на ход процесса.
2. Нагрузочные характеристики ДВС искрового зажигания и дизелей без наддува.
3. Параметры, характеризующие процесс сгорания: физв, фz, pz, Tz, dp/df и др. Их за-висимость от конструктивных и режимных факторов.
4. Индикаторная диаграмма и основные процессы действительного цикла двигателя искрового зажигания.

## 5. Регулировочная характеристика ДВС по углу опережения зажигания.

### Зачет

Вопросы к зачету:

1. Термодинамический цикл с подводом теплоты при  $V=\text{const}$  (цикл Отто). Параметры, основные процессы и показатели цикла.
2. Внешняя и частичная скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
3. Термодинамический цикл с подводом теплоты при  $p=\text{const}$  (цикл Дизеля). Параметры, основные процессы и показатели цикла.
4. Индикаторная работа и среднее индикаторное давление цикла. Их зависимость от состава смеси.
5. Сравнительный анализ эффективности термодинамических циклов Отто и Дизеля. Предпосылки и условия для качественного и количественного анализа.
6. Зависимость коэффициента наполнения  $\eta_v$  и остаточных газов от нагрузки в двигателях искрового зажигания и дизелях.
7. Индикаторная мощность, крутящий момент, удельный индикаторный расход топлива. Их зависимость от конструктивных и режимных факторов.
8. Зависимость коэффициента наполнения  $\eta_v$  и остаточных газов от частоты вращения.
9. Сжатые и сжиженные газы как моторные топлива. Состав и основные свойства. Требования к газовым топливам.
10. Нагрузочные характеристики дизелей.
11. Эффективная работа и среднее эффективное давление цикла. Зависимость от конструктивных факторов.
12. Зависимость коэффициента наполнения от различных конструктивных факторов.
13. Условные реакции окисления моторных топлив (расчет в единицах массы).
14. Эффективная работа и среднее эффективное давление цикла. Зависимость от режимных и эксплуатационных факторов.
15. Эффективная мощность двигателя и эффективный крутящий момент. Удельный эффективный расход топлива. Зависимость от режимных факторов.
16. Диаграмма времени сечений и фаз газораспределения. Эффективные сечения органов газораспределения в четырехтактных ДВС.
17. Влияние конструктивных факторов на внешние скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
18. Процесс сжатия. Влияние теплообмена рабочего тела на ход процесса. Показатель политропы сжатия.
19. Теплота сгорания топлив. Ее зависимость от состава топлива. Физическая и химическая неполнота сгорания.
20. Основные удельно-массовые показатели ДВС и тенденции их улучшения.

## Семестр 5

### Текущий контроль

#### 1. Лабораторные работы

Тема 7

Процесс расширения. Особенности расширения в действительных циклах. Теплоотдача в стенки, лучистый теплообмен, догорание топлива. Изменение коэффициента использования теплоты в процессе расширения. Показатель условной политропы расширения, его зависимость от теплоотдачи в стенки и догорания топлива, конструктивных и режимных факторов. Расчет состояния рабочего тела в процессе расширения для различных двигателей.

Вопросы:

1. Термодинамический цикл с подводом теплоты при  $V=\text{const}$  (цикл Отто). Параметры, основные процессы и показатели цикла.
2. Внешняя и частичная скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
3. Термодинамический цикл с подводом теплоты при  $p=\text{const}$  (цикл Дизеля). Параметры, основные процессы и показатели цикла.
4. Индикаторная работа и среднее индикаторное давление цикла. Их зависимость от состава смеси.
5. Сравнительный анализ эффективности термодинамических циклов Отто и Дизеля. Предпосылки и условия для качественного и количественного анализа.
6. Зависимость коэффициента наполнения  $\eta_v$  и остаточных газов от нагрузки в двигателях искрового зажигания и дизелях.
7. Индикаторная мощность, крутящий момент, удельный индикаторный расход топлива. Их зависимость от конструктивных и режимных факторов.
8. Зависимость коэффициента наполнения  $\eta_v$  и остаточных газов от частоты вращения.
9. Сжатые и сжиженные газы как моторные топлива. Состав и основные свойства. Требования к газовым топливам.
10. Нагрузочные характеристики дизелей.
11. Эффективная работа и среднее эффективное давление цикла. Зависимость от конструктивных факторов.
12. Зависимость коэффициента наполнения от различных конструктивных факторов.
13. Условные реакции окисления моторных топлив (расчет в единицах массы).
14. Эффективная работа и среднее эффективное давление цикла. Зависимость от режимных и эксплуатационных факторов.

15. Эффективная мощность двигателя и эффективный крутящий момент. Удельный эффективный расход топлива. Зависимость от режимных факторов.
16. Диаграмма времени сечений и фаз газораспределения. Эффективные сечения органов газораспределения в четырехтактных ДВС.
17. Влияние конструктивных факторов на внешние скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
18. Процесс сжатия. Влияние теплообмена рабочего тела на ход процесса. Показатель политропы сжатия.
19. Теплота сгорания топлив. Ее зависимость от состава топлива. Физическая и химическая неполнота сгорания.
20. Основные удельно-массовые показатели ДВС и тенденции их улучшения.
21. Двигатели постоянной мощности и постоянного крутящего момента.
22. Процесс расширения. Влияние теплоотдачи в стенки, лучистого теплообмена и догорания топлива на ход процесса.
23. Нагрузочные характеристики ДВС искрового зажигания и дизелей без наддува.
24. Параметры, характеризующие процесс сгорания: физв,  $\varphi_z$ ,  $\rho_z$ ,  $T_z$ ,  $dp/d\varphi$  и др. Их зависимость от конструктивных и режимных факторов.
25. Индикаторная диаграмма и основные процессы действительного цикла двигателя искрового зажигания.
26. Регулировочная характеристика ДВС по углу опережения зажигания.
27. Показатели, характеризующие действительный цикл ДВС. Относительный коэффициент полезного действия и резервы его повышения.
28. Совместная работа двигателя с потребителем мощности. Устойчивости режимов работы двигателей.
29. Регулировочная характеристика двигателя искрового зажигания по составу смеси.
30. Показатели качества газообмена. Влияние конструктивных факторов на  $\eta_v$ ,  $\gamma$ .
31. Методы распыливания жидких топлив и суспензий. Впрыскивание жидких топлив. Характеристики впрыскивания.
32. Конструктивные способы регулирования работы двигателей различных типов. Их достоинства и недостатки.
33. Внешний и внутренний тепловые балансы двигателей. Зависимость от режима работы.
34. Индикаторная диаграмма газообмена в 4-х тактных двигателях с газотурбинным наддувом. Основные фазы газообмена.
35. Зависимость основных эффективных показателей двигателя от частоты вращения при полной нагрузке.
36. Дозарядка цилиндра и обратный выброс в процессе впуска. Коэффициент дозарядки. Влияние конструктивных и режимных факторов на дозарядку.
37. Смесеобразование в неразделенных камерах сгорания дизелей. Энергия, затрачиваемая на смесеобразование: вихревое отношение.
38. Влияние наддува на основные эффективные показатели дизелей и двигателей искрового зажигания.
39. Внешние и частичные скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
40. Зависимость коэффициента наполнения  $\eta_v$  от частоты вращения и нагрузки в двигателях искрового зажигания.
41. Послойное смесеобразование в камерах сгорания двигателей искрового зажигания.
42. Основные эффективные и удельно-массовые показатели ДВС. Перспективы и пути их улучшения.
43. Внешняя и частичные скоростные характеристики дизелей.
44. Влияние на сгорание угла опережения зажигания.
45. Рабочие тела и их свойства.
46. Влияние теплообмена на процесс сжатия.
47. Влияние теплообмена на процесс расширения.
48. Влияние теплообмена на процесс сгорания.
49. Нагрузочные характеристики ДВС с воспламенением от сжатия.
50. Нагрузочные характеристики ДВС искрового зажигания.

## 2. Лабораторные работы

### Тема 8

Показатели двигателей. Индикаторные и эффективные показатели. Индикаторная работа действительного цикла. Среднее индикаторное давление цикла теоретическое и действительное. Зависимость среднего индикаторного давления от параметров цикла, конструктивных и режимных факторов. Индикаторная мощность. Удельный индикаторный расход топлива. Индикаторный КПД для различных двигателей, их зависимость от конструктивных и режимных факторов.

Составляющие механических потерь. Работа, среднее давление и условная мощность механических потерь. Механический КПД. Зависимость механических потерь от конструктивных, режимных факторов. Влияние наддува на механические потери. Значение механического КПД для различных двигателей. Пути повышения механического КПД. Экспериментальное определение механических потерь.

Эффективная работа цикла, среднее эффективное давление, эффективная мощность двигателя и крутящий момент. Удельный эффективный расход топлива, эффективный КПД. Зависимость эффективных показателей от конструктивных, режимных и эксплуатационных факторов. Удельно ? массовые показатели ДВС: литровая и удельная поршневая мощность, удельная и литровая массы. Форсирование ДВС по тактности, частоте вращения и среднему эффективному давлению. Пределы форсирования. Основные эффективные и удельно-массовые показатели различных двигателей. Отношение коэффициента наполнения к коэффициенту избытка воздуха как характеристика степени использования объема цилиндра и свежего заряда. Экспериментальные методы определения эффективных показателей двигателей.

Вопросы:

1. Термодинамический цикл с подводом теплоты при  $V=\text{const}$  (цикл Отто). Параметры, основные процессы и показатели цикла.
2. Внешняя и частичная скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
3. Термодинамический цикл с подводом теплоты при  $p=\text{const}$  (цикл Дизеля). Параметры, основные процессы и показатели цикла.
4. Индикаторная работа и среднее индикаторное давление цикла. Их зависимость от состава смеси.
5. Сравнительный анализ эффективности термодинамических циклов Отто и Дизеля. Предпосылки и условия для качественного и количественного анализа.
6. Зависимость коэффициента наполнения  $\eta_v$  и остаточных газов от нагрузки в двигателях искрового зажигания и дизелях.
7. Индикаторная мощность, крутящий момент, удельный индикаторный расход топлива. Их зависимость от конструктивных и режимных факторов.
8. Зависимость коэффициента наполнения  $\eta_v$  и остаточных газов от частоты вращения.
9. Сжатые и сжиженные газы как моторные топлива. Состав и основные свойства. Требования к газовым топливам.
10. Нагрузочные характеристики дизелей.
11. Эффективная работа и среднее эффективное давление цикла. Зависимость от конструктивных факторов.
12. Зависимость коэффициента наполнения от различных конструктивных факторов.
13. Условные реакции окисления моторных топлив (расчет в единицах массы).
14. Эффективная работа и среднее эффективное давление цикла. Зависимость от режимных и эксплуатационных факторов.
15. Эффективная мощность двигателя и эффективный крутящий момент. Удельный эффективный расход топлива. Зависимость от режимных факторов.
16. Диаграмма времени ? сечений и фаз газораспределения. Эффективные сечения органов газораспределения в четырехтактных ДВС.
17. Влияние конструктивных факторов на внешние скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
18. Процесс сжатия. Влияние теплообмена рабочего тела на ход процесса. Показатель политропы сжатия.
19. Теплота сгорания топлив. Ее зависимость от состава топлива. Физическая и химическая неполнота сгорания.
20. Основные удельно-массовые показатели ДВС и тенденции их улучшения.
21. Двигатели постоянной мощности и постоянного крутящего момента.
22. Процесс расширения. Влияние теплоотдачи в стенки, лучистого теплообмена и догорания топлива на ход процесса.
23. Нагрузочные характеристики ДВС искрового зажигания и дизелей без наддува.
24. Параметры, характеризующие процесс сгорания: физ,  $p_z$ ,  $p_z$ ,  $T_z$ ,  $dp/dp$  и др. Их зависимость от конструктивных и режимных факторов.
25. Индикаторная диаграмма и основные процессы действительного цикла двигателя искрового зажигания.
26. Регулировочная характеристика ДВС по углу опережения зажигания.
27. Показатели, характеризующие действительный цикл ДВС. Относительный коэффициент полезного действия и резервы его повышения.
28. Совместная работа двигателя с потребителем мощности. Устойчивости режимов работы двигателей.
29. Регулировочная характеристика двигателя искрового зажигания по составу смеси.
30. Показатели качества газообмена. Влияние конструктивных факторов на  $\eta_v$ ,  $\eta$ .
31. Методы распыливания жидких топлив и суспензий. Впрыскивание жидких топлив. Характеристики впрыскивания.
32. Конструктивные способы регулирования работы двигателей различных типов. Их достоинства и недостатки.
33. Внешний и внутренний тепловые балансы двигателей. Зависимость от режима работы.
34. Индикаторная диаграмма газообмена в 4-х тактных двигателях с газотурбинным наддувом. Основные фазы газообмена.
35. Зависимость основных эффективных показателей двигателя от частоты вращения при полной нагрузке.
36. Дозарядка цилиндра и обратный выброс в процессе впуска. Коэффициент дозарядки. Влияние конструктивных и режимных факторов на дозарядку.
37. Смесеобразование в неразделенных камерах сгорания дизелей. Энергия, затрачиваемая на смесеобразование: вихревое отношение.
38. Влияние наддува на основные эффективные показатели дизелей и двигателей искрового зажигания.

39. Внешние и частичные скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
40. Зависимость коэффициента наполнения  $\eta_v$  от частоты вращения и нагрузки в двигателях искрового зажигания.
41. Послойное смесеобразование в камерах сгорания двигателей искрового зажигания.
42. Основные эффективные и удельно-массовые показатели ДВС. Перспективы и пути их улучшения.
43. Внешняя и частичные скоростные характеристики дизелей.
44. Влияние на сгорание угла опережения зажигания.
45. Рабочие тела и их свойства.
46. Влияние теплообмена на процесс сжатия.
47. Влияние теплообмена на процесс расширения.
48. Влияние теплообмена на процесс сгорания.
49. Нагрузочные характеристики ДВС с воспламенением от сжатия.
50. Нагрузочные характеристики ДВС искрового зажигания.

### 3. Лабораторные работы

#### Тема 9

Характеристики двигателей. Установившиеся и переходные режимы работы двигателей. Области режимов работы двигателей. Понятие характеристики двигателей. Скоростные характеристики двигателей различных типов. Влияние конструктивных, режимных и эксплуатационных режимов на скоростные характеристики. Совместная работа двигателей и потребителей мощности. Устойчивость режимов работы двигателей. Двигатели постоянной мощности и постоянного крутящего момента. Регуляторные характеристики дизелей. Нагрузочные, многопараметровые, регулировочные характеристики. Характеристики холостого хода, пусковые, токсичности, шумоизлучения, детонационные и др.

Вопросы:

1. Термодинамический цикл с подводом теплоты при  $V=\text{const}$  (цикл Отто). Параметры, основные процессы и показатели цикла.
2. Внешняя и частичная скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
3. Термодинамический цикл с подводом теплоты при  $p=\text{const}$  (цикл Дизеля). Параметры, основные процессы и показатели цикла.
4. Индикаторная работа и среднее индикаторное давление цикла. Их зависимость от состава смеси.
5. Сравнительный анализ эффективности термодинамических циклов Отто и Дизеля. Предпосылки и условия для качественного и количественного анализа.
6. Зависимость коэффициента наполнения  $\eta_v$  и остаточных газов от нагрузки в двигателях искрового зажигания и дизелях.
7. Индикаторная мощность, крутящий момент, удельный индикаторный расход топлива. Их зависимость от конструктивных и режимных факторов.
8. Зависимость коэффициента наполнения  $\eta_v$  и остаточных газов от частоты вращения.
9. Сжатые и сжиженные газы как моторные топлива. Состав и основные свойства. Требования к газовым топливам.
10. Нагрузочные характеристики дизелей.
11. Эффективная работа и среднее эффективное давление цикла. Зависимость от конструктивных факторов.
12. Зависимость коэффициента наполнения от различных конструктивных факторов.
13. Условные реакции окисления моторных топлив (расчет в единицах массы).
14. Эффективная работа и среднее эффективное давление цикла. Зависимость от режимных и эксплуатационных факторов.
15. Эффективная мощность двигателя и эффективный крутящий момент. Удельный эффективный расход топлива. Зависимость от режимных факторов.
16. Диаграмма времени ? сечений и фаз газораспределения. Эффективные сечения органов газораспределения в четырехтактных ДВС.
17. Влияние конструктивных факторов на внешние скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
18. Процесс сжатия. Влияние теплообмена рабочего тела на ход процесса. Показатель политропы сжатия.
19. Теплота сгорания топлив. Ее зависимость от состава топлива. Физическая и химическая неполнота сгорания.
20. Основные удельно-массовые показатели ДВС и тенденции их улучшения.
21. Двигатели постоянной мощности и постоянного крутящего момента.
22. Процесс расширения. Влияние теплоотдачи в стенки, лучистого теплообмена и догорания топлива на ход процесса.
23. Нагрузочные характеристики ДВС искрового зажигания и дизелей без наддува.
24. Параметры, характеризующие процесс сгорания: физ, фz, pz, Tz, dp/dφ и др. Их зависимость от конструктивных и режимных факторов.
25. Индикаторная диаграмма и основные процессы действительного цикла двигателя искрового зажигания.
26. Регулировочная характеристика ДВС по углу опережения зажигания.
27. Показатели, характеризующие действительный цикл ДВС. Относительный коэффициент полезного действия и резервы его повышения.

28. Совместная работа двигателя с потребителем мощности. Устойчивости режимов работы двигателей.
29. Регулировочная характеристика двигателя искрового зажигания по составу смеси.
30. Показатели качества газообмена. Влияние конструктивных факторов на  $\eta_v$ ,  $\eta$ .
31. Методы распыливания жидких топлив и суспензий. Впрыскивание жидких топлив. Характеристики впрыскивания.
32. Конструктивные способы регулирования работы двигателей различных типов. Их достоинства и недостатки.
33. Внешний и внутренний тепловые балансы двигателей. Зависимость от режима работы.
34. Индикаторная диаграмма газообмена в 4-х тактных двигателях с газотурбинным наддувом. Основные фазы газообмена.
35. Зависимость основных эффективных показателей двигателя от частоты вращения при полной нагрузке.
36. Дозарядка цилиндра и обратный выброс в процессе впуска. Коэффициент дозарядки. Влияние конструктивных и режимных факторов на дозарядку.
37. Смесеобразование в неразделенных камерах сгорания дизелей. Энергия, затрачиваемая на смесеобразование: вихревое отношение.
38. Влияние наддува на основные эффективные показатели дизелей и двигателей искрового зажигания.
39. Внешние и частичные скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
40. Зависимость коэффициента наполнения  $\eta_v$  от частоты вращения и нагрузки в двигателях искрового зажигания.
41. Послойное смесеобразование в камерах сгорания двигателей искрового зажигания.
42. Основные эффективные и удельно-массовые показатели ДВС. Перспективы и пути их улучшения.
43. Внешняя и частичные скоростные характеристики дизелей.
44. Влияние на сгорание угла опережения зажигания.
45. Рабочие тела и их свойства.
46. Влияние теплообмена на процесс сжатия.
47. Влияние теплообмена на процесс расширения.
48. Влияние теплообмена на процесс сгорания.
49. Нагрузочные характеристики ДВС с воспламенением от сжатия.
50. Нагрузочные характеристики ДВС искрового зажигания.

### Зачет

Вопросы к зачету:

Вопросы:

1. Термодинамический цикл с подводом теплоты при  $V=\text{const}$  (цикл Отто). Параметры, основные процессы и показатели цикла.
2. Внешняя и частичная скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
3. Термодинамический цикл с подводом теплоты при  $p=\text{const}$  (цикл Дизеля). Параметры, основные процессы и показатели цикла.
4. Индикаторная работа и среднее индикаторное давление цикла. Их зависимость от состава смеси.
5. Сравнительный анализ эффективности термодинамических циклов Отто и Дизеля. Предпосылки и условия для качественного и количественного анализа.
6. Зависимость коэффициента наполнения  $\eta_v$  и остаточных газов от нагрузки в двигателях искрового зажигания и дизелях.
7. Индикаторная мощность, крутящий момент, удельный индикаторный расход топлива. Их зависимость от конструктивных и режимных факторов.
8. Зависимость коэффициента наполнения  $\eta_v$  и остаточных газов от частоты вращения.
9. Сжатые и сжиженные газы как моторные топлива. Состав и основные свойства. Требования к газовым топливам.
10. Нагрузочные характеристики дизелей.
11. Эффективная работа и среднее эффективное давление цикла. Зависимость от конструктивных факторов.
12. Зависимость коэффициента наполнения от различных конструктивных факторов.
13. Условные реакции окисления моторных топлив (расчет в единицах массы).
14. Эффективная работа и среднее эффективное давление цикла. Зависимость от режимных и эксплуатационных факторов.
15. Эффективная мощность двигателя и эффективный крутящий момент. Удельный эффективный расход топлива. Зависимость от режимных факторов.
16. Диаграмма времени сечений и фаз газораспределения. Эффективные сечения органов газораспределения в четырехтактных ДВС.
17. Влияние конструктивных факторов на внешние скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
18. Процесс сжатия. Влияние теплообмена рабочего тела на ход процесса. Показатель политропы сжатия.
19. Теплота сгорания топлив. Ее зависимость от состава топлива. Физическая и химическая неполнота сгорания.
20. Основные удельно-массовые показатели ДВС и тенденции их улучшения.

21. Двигатели постоянной мощности и постоянного крутящего момента.
22. Процесс расширения. Влияние теплоотдачи в стенки, лучистого теплообмена и догорания топлива на ход процесса.
23. Нагрузочные характеристики ДВС искрового зажигания и дизелей без наддува.
24. Параметры, характеризующие процесс сгорания: физв, фз, рз, Тз, dp/dφ и др. Их зависимость от конструктивных и режимных факторов.
25. Индикаторная диаграмма и основные процессы действительного цикла двигателя искрового зажигания.
26. Регулировочная характеристика ДВС по углу опережения зажигания.
27. Показатели, характеризующие действительный цикл ДВС. Относительный коэффициент полезного действия и резервы его повышения.
28. Совместная работа двигателя с потребителем мощности. Устойчивости режимов работы двигателей.
29. Регулировочная характеристика двигателя искрового зажигания по составу смеси.
30. Показатели качества газообмена. Влияние конструктивных факторов на η<sub>v</sub>, γ.
31. Методы распыливания жидких топлив и суспензий. Впрыскивание жидких топлив. Характеристики впрыскивания.
32. Конструктивные способы регулирования работы двигателей различных типов. Их достоинства и недостатки.
33. Внешний и внутренний тепловые балансы двигателей. Зависимость от режима работы.
34. Индикаторная диаграмма газообмена в 4-х тактных двигателях с газотурбинным наддувом. Основные фазы газообмена.
35. Зависимость основных эффективных показателей двигателя от частоты вращения при полной нагрузке.
36. Дозарядка цилиндра и обратный выброс в процессе впуска. Коэффициент дозарядки. Влияние конструктивных и режимных факторов на дозарядку.
37. Смесеобразование в неразделенных камерах сгорания дизелей. Энергия, затрачиваемая на смесеобразование: вихревое отношение.
38. Влияние наддува на основные эффективные показатели дизелей и двигателей искрового зажигания.
39. Внешние и частичные скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
40. Зависимость коэффициента наполнения η<sub>v</sub> от частоты вращения и нагрузки в двигателях искрового зажигания.
41. Послойное смесеобразование в камерах сгорания двигателей искрового зажигания.
42. Основные эффективные и удельно-массовые показатели ДВС. Перспективы и пути их улучшения.
43. Внешняя и частичные скоростные характеристики дизелей.
44. Влияние на сгорание угла опережения зажигания.
45. Рабочие тела и их свойства.
46. Влияние теплообмена на процесс сжатия.
47. Влияние теплообмена на процесс расширения.
48. Влияние теплообмена на процесс сгорания.
49. Нагрузочные характеристики ДВС с воспламенением от сжатия.
50. Нагрузочные характеристики ДВС искрового зажигания.

## **Семестр 6**

### **Текущий контроль**

#### **1. Лабораторные работы**

Темы 10, 11

Неустановившиеся режимы работы ДВС. Работа двигателя с потребителем мощности при неустановившихся режимах. Сходственные условия работы и рабочий цикл. Прием и сброс нагрузки, разгон, пуск, прогрев и остановка двигателя, принудительный холостой ход.

Вопросы:

1. Термодинамический цикл с подводом теплоты при  $V=\text{const}$  (цикл Отто). Параметры, основные процессы и показатели цикла.
2. Внешняя и частичная скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
3. Термодинамический цикл с подводом теплоты при  $p=\text{const}$  (цикл Дизеля). Параметры, основные процессы и показатели цикла.
4. Индикаторная работа и среднее индикаторное давление цикла. Их зависимость от состава смеси.
5. Сравнительный анализ эффективности термодинамических циклов Отто и Дизеля. Предпосылки и условия для качественного и количественного анализа.
6. Зависимость коэффициента наполнения η<sub>v</sub> и остаточных газов от нагрузки в двигателях искрового зажигания и дизелях.
7. Индикаторная мощность, крутящий момент, удельный индикаторный расход топлива. Их зависимость от конструктивных и режимных факторов.
8. Зависимость коэффициента наполнения η<sub>v</sub> и остаточных газов от частоты вращения.
9. Сжатые и сжиженные газы как моторные топлива. Состав и основные свойства. Требования к газовым топливам.
10. Нагрузочные характеристики дизелей.

11. Эффективная работа и среднее эффективное давление цикла. Зависимость от конструктивных факторов.
12. Зависимость коэффициента наполнения от различных конструктивных факторов.
13. Условные реакции окисления моторных топлив (расчет в единицах массы).
14. Эффективная работа и среднее эффективное давление цикла. Зависимость от режимных и эксплуатационных факторов.
15. Эффективная мощность двигателя и эффективный крутящий момент. Удельный эффективный расход топлива. Зависимость от режимных факторов.
16. Диаграмма времени сечений и фаз газораспределения. Эффективные сечения органов газораспределения в четырехтактных ДВС.
17. Влияние конструктивных факторов на внешние скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
18. Процесс сжатия. Влияние теплообмена рабочего тела на ход процесса. Показатель политропы сжатия.
19. Теплота сгорания топлив. Ее зависимость от состава топлива. Физическая и химическая неполнота сгорания.
20. Основные удельно-массовые показатели ДВС и тенденции их улучшения.
21. Двигатели постоянной мощности и постоянного крутящего момента.
22. Процесс расширения. Влияние теплоотдачи в стенки, лучистого теплообмена и догорания топлива на ход процесса.
23. Нагрузочные характеристики ДВС искрового зажигания и дизелей без наддува.
24. Параметры, характеризующие процесс сгорания: физв, фз, рз, Тз, dp/df и др. Их зависимость от конструктивных и режимных факторов.
25. Индикаторная диаграмма и основные процессы действительного цикла двигателя искрового зажигания.
26. Регулировочная характеристика ДВС по углу опережения зажигания.
27. Показатели, характеризующие действительный цикл ДВС. Относительный коэффициент полезного действия и резервы его повышения.
28. Совместная работа двигателя с потребителем мощности. Устойчивости режимов работы двигателей.
29. Регулировочная характеристика двигателя искрового зажигания по составу смеси.
30. Показатели качества газообмена. Влияние конструктивных факторов на  $\eta_v$ ,  $\gamma$ .
31. Методы распыливания жидких топлив и суспензий. Впрыскивание жидких топлив. Характеристики впрыскивания.
32. Конструктивные способы регулирования работы двигателей различных типов. Их достоинства и недостатки.
33. Внешний и внутренний тепловые балансы двигателей. Зависимость от режима работы.
34. Индикаторная диаграмма газообмена в 4-х тактных двигателях с газотурбинным наддувом. Основные фазы газообмена.
35. Зависимость основных эффективных показателей двигателя от частоты вращения при полной нагрузке.
36. Дозарядка цилиндра и обратный выброс в процессе впуска. Коэффициент дозарядки. Влияние конструктивных и режимных факторов на дозарядку.
37. Смесеобразование в неразделенных камерах сгорания дизелей. Энергия, затрачиваемая на смесеобразование: вихревое отношение.
38. Влияние наддува на основные эффективные показатели дизелей и двигателей искрового зажигания.
39. Внешние и частичные скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
40. Зависимость коэффициента наполнения  $\eta_v$  от частоты вращения и нагрузки в двигателях искрового зажигания.
41. Послойное смесеобразование в камерах сгорания двигателей искрового зажигания.
42. Основные эффективные и удельно-массовые показатели ДВС. Перспективы и пути их улучшения.
43. Внешняя и частичные скоростные характеристики дизелей.
44. Влияние на сгорание угла опережения зажигания.
45. Рабочие тела и их свойства.
46. Влияние теплообмена на процесс сжатия.
47. Влияние теплообмена на процесс расширения.
48. Влияние теплообмена на процесс сгорания.
49. Нагрузочные характеристики ДВС с воспламенением от сжатия.
50. Нагрузочные характеристики ДВС искрового зажигания.

## 2. Лабораторные работы

Тема 12

Тепловой баланс ДВС. Внешний и внутренний тепловой баланс двигателей. Зависимость от режима работы. Теплообмен в ДВС.

Вопросы:

1. Термодинамический цикл с подводом теплоты при  $V=\text{const}$  (цикл Отто). Параметры, основные процессы и показатели цикла.
2. Внешняя и частичная скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
3. Термодинамический цикл с подводом теплоты при  $p=\text{const}$  (цикл Дизеля). Параметры, основные процессы и показатели цикла.
4. Индикаторная работа и среднее индикаторное давление цикла. Их зависимость от состава смеси.

5. Сравнительный анализ эффективности термодинамических циклов Отто и Дизеля. Предпосылки и условия для качественного и количественного анализа.
6. Зависимость коэффициента наполнения  $\eta_v$  и остаточных газов от нагрузки в двигателях искрового зажигания и дизелях.
7. Индикаторная мощность, крутящий момент, удельный индикаторный расход топлива. Их зависимость от конструктивных и режимных факторов.
8. Зависимость коэффициента наполнения  $\eta_v$  и остаточных газов от частоты вращения.
9. Сжатые и сжиженные газы как моторные топлива. Состав и основные свойства. Требования к газовым топливам.
10. Нагрузочные характеристики дизелей.
11. Эффективная работа и среднее эффективное давление цикла. Зависимость от конструктивных факторов.
12. Зависимость коэффициента наполнения от различных конструктивных факторов.
13. Условные реакции окисления моторных топлив (расчет в единицах массы).
14. Эффективная работа и среднее эффективное давление цикла. Зависимость от режимных и эксплуатационных факторов.
15. Эффективная мощность двигателя и эффективный крутящий момент. Удельный эффективный расход топлива. Зависимость от режимных факторов.
16. Диаграмма времени сечений и фаз газораспределения. Эффективные сечения органов газораспределения в четырехтактных ДВС.
17. Влияние конструктивных факторов на внешние скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
18. Процесс сжатия. Влияние теплообмена рабочего тела на ход процесса. Показатель политропы сжатия.
19. Теплота сгорания топлив. Ее зависимость от состава топлива. Физическая и химическая неполнота сгорания.
20. Основные удельно-массовые показатели ДВС и тенденции их улучшения.
21. Двигатели постоянной мощности и постоянного крутящего момента.
22. Процесс расширения. Влияние теплоотдачи в стенки, лучистого теплообмена и догорания топлива на ход процесса.
23. Нагрузочные характеристики ДВС искрового зажигания и дизелей без наддува.
24. Параметры, характеризующие процесс сгорания: физ, фз, pz, Tz, dp/dφ и др. Их зависимость от конструктивных и режимных факторов.
25. Индикаторная диаграмма и основные процессы действительного цикла двигателя искрового зажигания.
26. Регулировочная характеристика ДВС по углу опережения зажигания.
27. Показатели, характеризующие действительный цикл ДВС. Относительный коэффициент полезного действия и резервы его повышения.
28. Совместная работа двигателя с потребителем мощности. Устойчивости режимов работы двигателей.
29. Регулировочная характеристика двигателя искрового зажигания по составу смеси.
30. Показатели качества газообмена. Влияние конструктивных факторов на  $\eta_v$ ,  $\eta_c$ .
31. Методы распыливания жидких топлив и суспензий. Впрыскивание жидких топлив. Характеристики впрыскивания.
32. Конструктивные способы регулирования работы двигателей различных типов. Их достоинства и недостатки.
33. Внешний и внутренний тепловые балансы двигателей. Зависимость от режима работы.
34. Индикаторная диаграмма газообмена в 4-х тактных двигателях с газотурбинным наддувом. Основные фазы газообмена.
35. Зависимость основных эффективных показателей двигателя от частоты вращения при полной нагрузке.
36. Дозарядка цилиндра и обратный выброс в процессе впуска. Коэффициент дозарядки. Влияние конструктивных и режимных факторов на дозарядку.
37. Смесеобразование в неразделенных камерах сгорания дизелей. Энергия, затрачиваемая на смесеобразование: вихревое отношение.
38. Влияние наддува на основные эффективные показатели дизелей и двигателей искрового зажигания.
39. Внешние и частичные скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
40. Зависимость коэффициента наполнения  $\eta_v$  от частоты вращения и нагрузки в двигателях искрового зажигания.
41. Послойное смесеобразование в камерах сгорания двигателей искрового зажигания.
42. Основные эффективные и удельно-массовые показатели ДВС. Перспективы и пути их улучшения.
43. Внешняя и частичные скоростные характеристики дизелей.
44. Влияние на сгорание угла опережения зажигания.
45. Рабочие тела и их свойства.
46. Влияние теплообмена на процесс сжатия.
47. Влияние теплообмена на процесс расширения.
48. Влияние теплообмена на процесс сгорания.
49. Нагрузочные характеристики ДВС с воспламенением от сжатия.
50. Нагрузочные характеристики ДВС искрового зажигания.

### **3. Лабораторные работы**

## Тема 13

Понятие о теплонапряженности. Воспламенение горючих смесей. Распространение пламени по объему камер сгорания. Влияние конструктивных и режимных факторов на сгорание в двигателях с различными способами воспламенения смесей. Сгорание в разделенных и неразделенных камерах с различными способами смесеобразования. Влияние на сгорание свойств топлива, состава смеси и движения в камере. Процесс сгорания при совместном сжигании жидких и газообразных топлив. Параметры, характеризующие процесс сгорания, период задержки воспламенения (период индукции), продолжительность сгорания, максимальные температуры и давления сгорания, скорость нарастания давления. Термодинамический расчет сгорания, коэффициенты выделения и использования теплоты.

Вопросы:

1. Термодинамический цикл с подводом теплоты при  $V=\text{const}$  (цикл Отто). Параметры, основные процессы и показатели цикла.
2. Внешняя и частичная скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
3. Термодинамический цикл с подводом теплоты при  $p=\text{const}$  (цикл Дизеля). Параметры, основные процессы и показатели цикла.
4. Индикаторная работа и среднее индикаторное давление цикла. Их зависимость от состава смеси.
5. Сравнительный анализ эффективности термодинамических циклов Отто и Дизеля. Предпосылки и условия для качественного и количественного анализа.
6. Зависимость коэффициента наполнения  $\eta_v$  и остаточных газов от нагрузки в двигателях искрового зажигания и дизелях.
7. Индикаторная мощность, крутящий момент, удельный индикаторный расход топлива. Их зависимость от конструктивных и режимных факторов.
8. Зависимость коэффициента наполнения  $\eta_v$  и остаточных газов от частоты вращения.
9. Сжатые и сжиженные газы как моторные топлива. Состав и основные свойства. Требования к газовым топливам.
10. Нагрузочные характеристики дизелей.
11. Эффективная работа и среднее эффективное давление цикла. Зависимость от конструктивных факторов.
12. Зависимость коэффициента наполнения от различных конструктивных факторов.
13. Условные реакции окисления моторных топлив (расчет в единицах массы).
14. Эффективная работа и среднее эффективное давление цикла. Зависимость от режимных и эксплуатационных факторов.
15. Эффективная мощность двигателя и эффективный крутящий момент. Удельный эффективный расход топлива. Зависимость от режимных факторов.
16. Диаграмма времени сечений и фаз газораспределения. Эффективные сечения органов газораспределения в четырехтактных ДВС.
17. Влияние конструктивных факторов на внешние скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
18. Процесс сжатия. Влияние теплообмена рабочего тела на ход процесса. Показатель политропы сжатия.
19. Теплота сгорания топлив. Ее зависимость от состава топлива. Физическая и химическая неполнота сгорания.
20. Основные удельно-массовые показатели ДВС и тенденции их улучшения.
21. Двигатели постоянной мощности и постоянного крутящего момента.
22. Процесс расширения. Влияние теплоотдачи в стенки, лучистого теплообмена и догорания топлива на ход процесса.
23. Нагрузочные характеристики ДВС искрового зажигания и дизелей без наддува.
24. Параметры, характеризующие процесс сгорания: физ,  $p_z$ ,  $p_z$ ,  $T_z$ ,  $dp/d\phi$  и др. Их зависимость от конструктивных и режимных факторов.
25. Индикаторная диаграмма и основные процессы действительного цикла двигателя искрового зажигания.
26. Регулировочная характеристика ДВС по углу опережения зажигания.
27. Показатели, характеризующие действительный цикл ДВС. Относительный коэффициент полезного действия и резервы его повышения.
28. Совместная работа двигателя с потребителем мощности. Устойчивости режимов работы двигателей.
29. Регулировочная характеристика двигателя искрового зажигания по составу смеси.
30. Показатели качества газообмена. Влияние конструктивных факторов на  $\eta_v$ ,  $\gamma$ .
31. Методы распыливания жидких топлив и суспензий. Впрыскивание жидких топлив. Характеристики впрыскивания.
32. Конструктивные способы регулирования работы двигателей различных типов. Их достоинства и недостатки.
33. Внешний и внутренний тепловые балансы двигателей. Зависимость от режима работы.
34. Индикаторная диаграмма газообмена в 4-х тактных двигателях с газотурбинным наддувом. Основные фазы газообмена.
35. Зависимость основных эффективных показателей двигателя от частоты вращения при полной нагрузке.
36. Дозарядка цилиндра и обратный выброс в процессе впуска. Коэффициент дозарядки. Влияние конструктивных и режимных факторов на дозарядку.
37. Смесеобразование в неразделенных камерах сгорания дизелей. Энергия, затрачиваемая на смесеобразование: вихревое отношение.

38. Влияние наддува на основные эффективные показатели дизелей и двигателей искрового зажигания.
39. Внешние и частичные скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
40. Зависимость коэффициента наполнения  $\eta_v$  от частоты вращения и нагрузки в двигателях искрового зажигания.
41. Послойное смесеобразование в камерах сгорания двигателей искрового зажигания.
42. Основные эффективные и удельно-массовые показатели ДВС. Перспективы и пути их улучшения.
43. Внешняя и частичные скоростные характеристики дизелей.
44. Влияние на сгорание угла опережения зажигания.
45. Рабочие тела и их свойства.
46. Влияние теплообмена на процесс сжатия.
47. Влияние теплообмена на процесс расширения.
48. Влияние теплообмена на процесс сгорания.
49. Нагрузочные характеристики ДВС с воспламенением от сжатия.
50. Нагрузочные характеристики ДВС искрового зажигания.

#### **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

Вопросы:

1. Двигатели постоянной мощности и постоянного крутящего момента.
2. Процесс расширения. Влияние теплоотдачи в стенки, лучистого теплообмена и догорания топлива на ход процесса.
3. Нагрузочные характеристики ДВС искрового зажигания и дизелей без наддува.
4. Параметры, характеризующие процесс сгорания: физв, фz, pz, Tz,  $dp/d\phi$  и др. Их зависимость от конструктивных и режимных факторов.
5. Индикаторная диаграмма и основные процессы действительного цикла двигателя искрового зажигания.
6. Регулировочная характеристика ДВС по углу опережения зажигания.
7. Показатели, характеризующие действительный цикл ДВС. Относительный коэффициент полезного действия и резервы его повышения.
8. Совместная работа двигателя с потребителем мощности. Устойчивости режимов работы двигателей.
9. Регулировочная характеристика двигателя искрового зажигания по составу смеси.
10. Показатели качества газообмена. Влияние конструктивных факторов на  $\eta_v$ ,  $\gamma$ .
11. Методы распыливания жидких топлив и суспензий. Впрыскивание жидких топлив. Характеристики впрыскивания.
12. Конструктивные способы регулирования работы двигателей различных типов. Их достоинства и недостатки.
13. Внешний и внутренний тепловые балансы двигателей. Зависимость от режима работы.
14. Индикаторная диаграмма газообмена в 4-х тактных двигателях с газотурбинным наддувом. Основные фазы газообмена.
15. Зависимость основных эффективных показателей двигателя от частоты вращения при полной нагрузке.
16. Дозарядка цилиндра и обратный выброс в процессе впуска. Коэффициент дозарядки. Влияние конструктивных и режимных факторов на дозарядку.
17. Смесеобразование в неразделенных камерах сгорания дизелей. Энергия, затрачиваемая на смесеобразование: вихревое отношение.
18. Влияние наддува на основные эффективные показатели дизелей и двигателей искрового зажигания.
19. Внешние и частичные скоростные характеристики двигателей искрового зажигания.
20. Зависимость коэффициента наполнения  $\eta_v$  от частоты вращения и нагрузки в двигателях искрового зажигания.
21. Послойное смесеобразование в камерах сгорания двигателей искрового зажигания.
22. Основные эффективные и удельно-массовые показатели ДВС. Перспективы и пути их улучшения.
23. Внешняя и частичные скоростные характеристики дизелей.
24. Влияние на сгорание угла опережения зажигания.
25. Рабочие тела и их свойства.
26. Влияние теплообмена на процесс сжатия.
27. Влияние теплообмена на процесс расширения.
28. Влияние теплообмена на процесс сгорания.
29. Нагрузочные характеристики ДВС с воспламенением от сжатия.
30. Нагрузочные характеристики ДВС искрового зажигания.

#### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 4</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	20
		2	20
		3	10
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 5</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	20
		2	20
		3	10
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 6</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	20
		2	20
		3	10
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы.

Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

#### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

ДВИГАТЕЛИ НА КАМАЗ "КАМ-ДИЗЕЛЬ" - <http://kammotors.ru/interesnoe/53-dvs-kamaz-i-ego-ustrojstvo>

двигатель автомобиля - <http://autoustroistvo.ru/dvigatel-dvs/>

Токсичность двигателей внутреннего сгорания - <http://azbukadvs.ru/toksichnost-dvigatelej-vnutrennego-sgoraniya.html>

#### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>Проработка конспектов лекций и рекомендованной литературы. Студенты, завершившие изучение дисциплины Теория рабочих процессов поршневых двигателей, должны:</p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные закономерности протекания рабочего процесса двигателей, их показателей, характеристики, методы математического моделирования внутрицилиндровых процессов;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять на практике положения теории процессов в ДВС;</li> <li>- моделировать процессы и анализировать результаты расчетов;</li> <li>- пользоваться программами расчета рабочего процесса искровых двигателей и дизелей;</li> <li>- формулировать цели проекта, выявлять приоритеты и находить компромиссы при проектировании ДВС;</li> <li>- пользоваться патентной информацией и периодической литературой при принятии конструкторского решения;</li> <li>- представлять результаты моделирования в соответствии с требованиями и объемом.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологическим аппаратом дисциплины;</li> <li>- навыками самостоятельной работы при выполнении курсовой работы и работе с литературой;</li> <li>- простейшими языками программирования.</li> </ul>

Вид работ	Методические рекомендации
практические занятия	<p>При выполнении практических работ по дисциплине преподаватель должен руководствоваться следующими положениями:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Перед проведением лабораторных работ преподаватель в обязательном порядке обязан ознакомить студентов с правилами поведения и техники безопасности в специализированном классе. и испытательной лаборатории.</li> <li>- Лабораторные занятия проводятся с ½ академической группы для улучшения усваиваемости знаний.</li> <li>- Студенты фиксируют в журналах (миллиметровая бумага формата А4) эски-зы, схемы и таблицы в соответствии с методическими указаниями.</li> <li>- После прохождения всего лабораторного практикума студенты предъявляют для проверки преподавателю журнал. Преподаватель принимает решение о допуске студента к зачету, либо когда объем работы не выполнен, устанавливает график от-работки лабораторных работ (до начала сессии). График вывешивается на кафедре.</li> <li>- Проверка результатов прохождения лабораторных работ не должна превращаться в прием зачета по теоретической части курса.</li> </ul>
лабораторные работы	<p>При выполнении лабораторных работ по дисциплине преподаватель должен руководствоваться следующими положениями:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Перед проведением лабораторных работ преподаватель в обязательном порядке обязан ознакомить студентов с правилами поведения и техники безопасности в специализированном классе. и испытательной лаборатории.</li> <li>- Лабораторные занятия проводятся с ½ академической группы для улучшения усваиваемости знаний.</li> <li>- Студенты фиксируют в журналах (миллиметровая бумага формата А4) эски-зы, схемы и таблицы в соответствии с методическими указаниями.</li> <li>- После прохождения всего лабораторного практикума студенты предъявляют для проверки преподавателю журнал. Преподаватель принимает решение о допуске студента к зачету, либо когда объем работы не выполнен, устанавливает график от-работки лабораторных работ (до начала сессии). График вывешивается на кафедре.</li> <li>- Проверка результатов прохождения лабораторных работ не должна превращаться в прием зачета по теоретической части курса.</li> </ul>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>Студенты, завершившие изучение дисциплины Теория рабочих процессов поршневых двигателей, должны:</p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные закономерности протекания рабочего процесса двигателей, их показателей, характеристики, методы математического моделирования внутрицилиндровых процессов;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять на практике положения теории процессов в ДВС;</li> <li>- моделировать процессы и анализировать результаты расчетов;</li> <li>- пользоваться программами расчета рабочего процесса искровых двигателей и дизелей;</li> <li>- формулировать цели проекта, выявлять приоритеты и находить компромиссы при проектировании ДВС;</li> <li>- пользоваться патентной информацией и периодической литературой при принятии конструкторского решения;</li> <li>- представлять результаты моделирования в соответствии с требованиями и объемом.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологическим аппаратом дисциплины;</li> <li>- навыками самостоятельной работы при выполнении курсовой работы и работе с литературой;</li> <li>- простейшими языками программирования.</li> </ul>
зачет	<p>Студенты, завершившие изучение дисциплины Теория рабочих процессов поршневых двигателей, должны:</p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные закономерности протекания рабочего процесса двигателей, их показателей, характеристики, методы математического моделирования внутрицилиндровых процессов;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять на практике положения теории процессов в ДВС;</li> <li>- моделировать процессы и анализировать результаты расчетов;</li> <li>- пользоваться программами расчета рабочего процесса искровых двигателей и дизелей;</li> <li>- формулировать цели проекта, выявлять приоритеты и находить компромиссы при проектировании ДВС;</li> <li>- пользоваться патентной информацией и периодической литературой при принятии конструкторского решения;</li> <li>- представлять результаты моделирования в соответствии с требованиями и объемом.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологическим аппаратом дисциплины;</li> <li>- навыками самостоятельной работы при выполнении курсовой работы и работе с литературой;</li> <li>- простейшими языками программирования.</li> </ul>

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	<p>Студенты, завершившие изучение дисциплины Теория рабочих процессов поршневых двигателей, должны:</p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные закономерности протекания рабочего процесса двигателей, их показателей, характеристики, методы математического моделирования внутрицилиндровых процессов;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять на практике положения теории процессов в ДВС;</li> <li>- моделировать процессы и анализировать результаты расчетов;</li> <li>- пользоваться программами расчета рабочего процесса искровых двигателей и дизелей;</li> <li>- формулировать цели проекта, выявлять приоритеты и находить компромиссы при проектировании ДВС;</li> <li>- пользоваться патентной информацией и периодической литературой при принятии конструкторского решения;</li> <li>- представлять результаты моделирования в соответствии с требованиями и объемом.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологическим аппаратом дисциплины;</li> <li>- навыками самостоятельной работы при выполнении курсовой работы и работе с литературой;</li> <li>- простейшими языками программирования.</li> </ul>

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

Специализированная лаборатория.

**12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 13.03.03 "Энергетическое машиностроение" и профилю подготовки "Двигатели внутреннего сгорания".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.9 Теория рабочих процессов поршневых двигателей

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 13.03.03 - Энергетическое машиностроение

Профиль подготовки: Двигатели внутреннего сгорания

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

**Основная литература:**

- 1.Чернов К.В. Тепловые двигатели: конспект лекций / К.В. Чернов, В. Б. Хлюпин ; Камская гос. инж.-эконом. акад. . Набережные Челны : [Изд-во Камской гос. инж.-эконом. акад.], 2009 . 168 с. : ил. Прил.: с. 75-84 (кафедра А,АДиД, 100 экз.)
2. Конструирование двигателей внутреннего сгорания [Электронный ресурс]: учебник / Н. Д. Чайнов [и др.] ; под ред. Н. Д. Чайнова. - Москва : Машиностроение, 2011. - 496 с. : ил. ; 23 см. - (Для вузов). - Библиогр.: с. 484 (9 назв.). - Предм. указ.: с. 485-489-ISBN 978-5-94275-575-1.. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=65697](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65697).
- 3.Белоконь К. Г. Экологическая безопасность автомобиля и двигателя : учебное пособие для студентов вузов / К. Г. Белоконь, В. Н. Никишин ; Казан. федер. ун-т, Набережночелнинский ин-т .Казань : Издательство Казанского университета, 2016 .- 242 с. - Библиогр.: с. 236-237 .ISBN 978-5-00019-614-4 (кафедра А,АДиД, 100 экз.)
4. Клещин Э.В. Рабочие процессы, конструкция и основы расчета двигателей внутреннего сгорания [Электронный ресурс]/ Э. В. Клещин. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2009. - 256 с. - ISBN 9785778213357. Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=549067>.

**Дополнительная литература:**

1. Румянцев В. В. Регулирование турбокомпрессоров автомобильных двигателей / В. В. Румянцев, С. В. Тиунов, Р. Л. Биктимиров . Набережные Челны : Изд-во Камской инж.-эконом. акад., 2010 . 214 с. : ил..(кафедра А,АДиД, 100 экз.)
- 2.Никишин В. Н. Подшипники скольжения в автомобиле- и двигателестроении [Текст] : учебное пособие / В. Н. Никишин, К. Г. Белоконь, С. В. Сибиряков ; Камская гос. инж.-экон. акад. ; под ред. В. Н. Никишина .-Набережные Челны : Изд-во Камской инж.-эконом. акад., 2012
- 3.Никишин В. Н. Прикладная теория колебаний в автомобиле- и двигателестроении [Текст] : учебное пособие / В. Н. Никишин ; Камская гос. инж.-эконом. акад. .- Набережные Челны : [Изд-во Камской инж.-эконом. акад.], 2012 . 325 с. : ил. Гриф УМО . Библиогр.: с. 318-319. ISBN 978-5-9536-0237-2 (кафедра А,АДиД, 100 экз.)
4. Карелина М.Ю. Электронные системы управления работой дизельных двигателей [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Москва : ООО 'Научно-издательский центр ИНФРА-М', 2017. - 160 с. - ISBN 9785160120676- Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=552429>.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.9 Теория рабочих процессов поршневых двигателей

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 13.03.03 - Энергетическое машиностроение

Профиль подготовки: Двигатели внутреннего сгорания

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.