Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.06.2026 12:15:50
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

Транспортный факультет

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
/М.Р. Рыбакова/
«26» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СИСТЕМЫ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Направление подготовки/ специальность
13.03.03 «Энергетическое машиностроение»

Профиль/ специализация
Поршневые двигатели и турбомашины

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2026

Разработчик(и):
к.т.н., доцент  /Д.В. Апелинский/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики», д.т.н.  /Г.Г. Надарейшвили/

Оглавление

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 6
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость 6
3.2. Тематический план изучения дисциплины 7
3.3. Содержание дисциплины 7
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 8
3.4.1. Семинарские/практические занятия 8
3.4.2. Лабораторные занятия 8
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
4.1. Нормативные документы и ГОСТы 8
4.2. Основная литература 9
4.3. Дополнительная литература 9
4.4. Электронные образовательные ресурсы 9
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 9
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 9
5. Материально-техническое обеспечение 10
6. Методические рекомендации 11
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 11
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 12
7. Фонд оценочных средств 12
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 13
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 14
7.3. Оценочные средства 15
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации успеваемости. Вопросы для собеседования со студентами. 18

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков в области проектирования, расчёта и оптимизации систем поршневых двигателей (топливных, смазочных, охлаждения, газораспределения, впуска и выпуска, пуска), обеспечивающих эффективную, надёжную и экологически безопасную работу двигателя на третьем этапе сквозного проектирования «Расчётное обоснование, верификация и оптимизация».

Задачами дисциплины являются:

- изучение функционального назначения, классификации, конструктивных схем и принципов действия основных систем поршневых двигателей;
- освоение методик расчёта и выбора параметров элементов систем питания (топливных насосов, форсунок, регуляторов) для двигателей с различными способами смесеобразования;
- формирование навыков проектирования систем смазки, включая расчёт масляных насосов, выбор фильтрующих элементов и определение оптимальной вместимости масляного картера;
- изучение методов теплового и гидравлического расчёта систем охлаждения (жидкостных и воздушных), выбора радиаторов, вентиляторов и насосов;
- приобретение навыков расчёта и оптимизации параметров систем газораспределения, включая выбор фаз газораспределения и профилей кулачков;
- освоение методик расчёта систем впуска и выпуска, включая выбор параметров впускных коллекторов, глушителей шума, нейтрализаторов и систем рециркуляции отработавших газов;
- изучение конструктивных особенностей и методов расчёта систем пуска двигателя (электрических, пневматических) и вспомогательных устройств;
- формирование умения выполнять согласованный расчёт систем двигателя для обеспечения требуемых мощностных, экономических и экологических показателей.

В результате освоения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-3. Способен планировать и проводить экспериментальные исследования (испытания) поршневых двигателей, турбомашин и их компонентов, обрабатывать и анализировать полученные данные, формулировать выводы и технические рекомендации	**ИПК-3.1.** Способен разрабатывать программу и методику стендовых испытаний двигателя по заданным параметрам
	ИПК-3.2. Способен подбирать средства измерений для конкретных испытаний

Роль дисциплины в формировании компетенций:

Обеспечивающая. Дисциплина формирует навыки расчёта и обоснования параметров систем поршневых двигателей: питания (бензиновых, дизельных, газовых), смазки, охлаждения, впуска и выпуска. Студенты изучают методики расчёта цикловой подачи топлива, производительности насосов, теплового баланса, гидравлических потерь, согласования турбокомпрессора с двигателем. В ходе практических занятий осваиваются расчёты, определяющие режимные и конструктивные параметры систем. Знание расчётных параметров систем (давление в рампе, подача масла, температура охлаждающей жидкости, расход воздуха) необходимо для разработки программы и методики стендовых испытаний (ИПК-3.1) и обоснованного подбора средств измерений (ИПК-3.2) для контроля соответствия реальных параметров расчётным.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина **«Системы поршневых двигателей»** относится к **части блока Б.1, формируемой участниками образовательных отношений** учебного плана (код дисциплины: Б1.2.5) и изучается в **5-м семестре**.

Данная дисциплина является **ключевой для третьего этапа сквозного проекта «Расчётное обоснование, верификация и оптимизация»**, обеспечивая знания и навыки, необходимые для проектирования, расчёта и согласования всех обеспечивающих систем разрабатываемого двигателя.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении следующих дисциплин и курсов:

- **Конструкция поршневых двигателей** (Б1.2.2, 2 семестр): знание устройства и принципов работы систем двигателя необходимо для их углублённого изучения и расчёта.
- **Теория рабочих процессов поршневых двигателей** (Б1.1.20, 4 семестр): результаты термодинамического анализа определяют требования к системам двигателя.
- **Топлива и смазочные материалы энергетических установок** (Б1.1.18, 3-4 семестры): знание свойств топлив и масел необходимо для расчёта топливных и масляных систем.
- **Термодинамика** (Б1.1.17, 3 семестр) и **Вычислительная гидрогазодинамика в проектировании и верификации двигателей** (Б1.1.19, 4-5 семестры): необходимы для расчёта теплообменников и гидравлических характеристик систем.
- **Инженерная механика машин и механизмов** (Б1.1.21, 4 семестр): знание кинематики и динамики необходимо для расчёта приводов систем.
- **Электротехника и электроника** (Б1.1.7, 4 семестр): знание основ электротехники необходимо для понимания работы систем зажигания, электронного управления и электрических систем пуска.
- **Автоматизированное проектирование в двигателестроении** (Б1.1.12, 2-3 семестры): владение CAD-системами необходимо для разработки трёхмерных моделей элементов систем (II этап).

Основные положения дисциплины используются в дальнейшем при изучении следующих дисциплин и освоении элементов образовательной программы, обеспечивая завершение третьего и переход к четвёртому этапу сквозного проекта:

- **Конструирование и расчет механизмов энергетических установок** (Б1.1.22, 5-6 семестры) и **Конструирование поршневых двигателей** (Б1.2.8, 6 семестр): требуют учёта разработанных систем в общей конструкции двигателя (III этап).
- **Агрегаты наддува** (Б1.2.7, 6 семестр): система наддува является одной из ключевых систем двигателя (III этап).
- **Расчет и оптимизация деталей двигателя** (Б1.2.9, 6 семестр): для оптимизации деталей систем могут использоваться CAE-методы (III этап).
- **Экология и токсичность поршневых двигателей** (Б1.2.17, 7 семестр): системы выпуска и нейтрализации непосредственно влияют на экологические показатели (IV этап).
- **Методы испытаний поршневых двигателей и турбомашин** (Б1.2.14, 7 семестр): характеристики систем проверяются и доводятся при испытаниях (IV этап).
- **Диагностика и техническая эксплуатация поршневых двигателей и турбомашин** (Б1.2.18, 8 семестр) и **Системы электронного управления поршневыми двигателями** (Б1.2.25, 8 семестр): знание систем необходимо для диагностики и эксплуатации (V этап).
- **Системы газобаллонного оборудования двигателей** (Б1.2.24, 8 семестр) и **Комбинированные энергетические установки** (Б1.2.20, 8 семестр): расширяют знания на специальные типы систем (V этап).

Все последующие дисциплины, связанные с расчётом, конструированием, испытаниями и эксплуатацией двигателей, а также подготовка и защита выпускной квалификационной работы.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4 зачетные единицы (144 часа)**.

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			5
1	Аудиторные занятия	72	72
	В том числе:		
1.1	Лекции	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия	36	36
1.3	Лабораторные занятия	–	–
2	Самостоятельная работа	72	72
3	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	Экзамен	Экзамен
	Курсовой проект	–	–
	Курсовая работа	–	–
	Итого	**144**	**144**

3.2. Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела / темы	Всего часов	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские / практические занятия	Самостоятельная работа
Семестр 5	**Системы поршневых двигателей**					
1	Тема 1. Введение. Общие требования к системам двигателя	8	4	2	2	4

№ п/п	Название раздела / темы	Всего часов	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские / практические занятия	Самостоятельная работа
2	Тема 2. Система питания бензиновых двигателей	26	14	8	6	12
3	Тема 3. Система питания дизельных двигателей	26	14	8	6	12
4	Тема 4. Система питания газовых двигателей	18	8	4	4	10
5	Тема 5. Система смазки	20	10	4	6	10
6	Тема 6. Система охлаждения	20	10	4	6	10
7	Тема 7. Системы впуска и выпуска (газообмена)	20	10	4	6	10
8	Тема 8. Системы автоматического регулирования и управления	6	2	2	–	4
9	Подготовка к экзамену	–	–	–	–	–
	Итого за 1 семестр	**144**	**72**	**36**	**36**	**72**

3.3. Содержание дисциплины

Семестр 5. Системы поршневых двигателей

Тема 1. Введение. Общие требования к системам двигателя
Роль систем в обеспечении работоспособности, эффективности и экологичности двигателя. Место дисциплины в сквозном проектировании: от выбора параметров систем до их интеграции в общую конструкцию. Классификация систем двигателя. Общие требования к системам: надёжность, технологичность, ремонтопригодность, минимальные массогабаритные показатели, соответствие экологическим нормам. Взаимосвязь систем между собой и с рабочим процессом двигателя.

Тема 2. Система питания бензиновых двигателей
Назначение и классификация систем питания бензиновых двигателей. Требования к системе питания. Распределённый впрыск (MPI): схема, принцип работы, основные элементы (электробензонасос, регулятор давления, топливная рампа, форсунки). Расчёт цикловой подачи топлива. Выбор типа и параметров форсунок (статическая производительность, динамический диапазон). Непосредственный впрыск (GDI, FSI, TFSI): особенности, преимущества, отличия в конструкции и работе топливной аппаратуры (ТНВД, форсунки высокого давления). Регулятор давления топлива. Системы изменения геометрии впускного коллектора для бензиновых двигателей. Датчики системы управления бензиновым двигателем (положения дроссельной заслонки, массового расхода воздуха, абсолютного давления, температуры, детонации, кислородные датчики). Система улавливания паров топлива (адсорбер).

Тема 3. Система питания дизельных двигателей
Особенности смесеобразования и воспламенения в дизелях. Классификация систем топливоподачи дизелей. Требования к топливной аппаратуре высокого давления. Традиционные системы с рядными и распределительными ТНВД: устройство, принцип работы, расчёт геометрии плунжерных пар. Расчёт профиля кулачка ТНВД. Насос-форсунки: конструкция, преимущества и недостатки. Аккумуляторные системы Common Rail: принципиальная схема, основные элементы (ТНВД высокого давления, регулятор давления в рампе, аккумулятор давления, форсунки с электрогидравлическим и пьезоэлектрическим управлением). Расчёт параметров аккумуляторной системы (давление в рампе, объём аккумулятора, цикловая подача). Выбор форсунок по производительности и углу распыла. Датчики системы управления дизелем (давления в рампе, температуры топлива, положения педали). Свечи накаливания и блок управления накалом. Системы рециркуляции отработавших газов (EGR) в дизелях.

Тема 4. Система питания газовых двигателей
Типы газовых топлив (КПГ, СПГ, СНГ). Физико-химические свойства газовых топлив. Поколения газобаллонного оборудования (ГБО) для искровых двигателей: от вакуумных систем до распределённого впрыска газа. Основные элементы ГБО: баллон, запорная арматура, редуктор-испаритель, газовый фильтр, газовые форсунки, электронный блок управления. Особенности смесеобразования и сгорания газового топлива. Газодизельный процесс: принцип работы, преимущества и недостатки. Системы питания газодизелей. Расчёт цикловой подачи газа. Выбор параметров газовых форсунок. Требования безопасности при эксплуатации газовых систем.

Тема 5. Система смазки
Назначение системы смазки. Классификация систем смазки: с мокрым и сухим картером. Масляный насос: типы (шестеренчатые с внешним и внутренним зацеплением, роторные, регулируемые). Расчёт подачи масляного насоса. Определение геометрических параметров шестерён (модуль, число зубьев, ширина). Масляные фильтры: типы, конструкция, расчёт фильтрующей поверхности. Масляный радиатор и теплообменник: назначение, расчёт необходимой площади теплообмена. Клапаны системы смазки (редукционный, перепускной, обратный). Расчёт системы смазки: определение необходимой подачи масла, давления в магистрали, потерь давления. Выбор моторного масла по вязкостным и эксплуатационным характеристикам. Система вентиляции картера.

Тема 6. Система охлаждения
Назначение и типы систем охлаждения (жидкостная, воздушная, гибридная). Требования к системе охлаждения. Жидкостная система охлаждения: принципиальная схема, малый и большой круг циркуляции. Водяной насос (центробежный): расчёт подачи, определение диаметра рабочего колеса, угла лопаток. Термостат: типы (с твёрдым наполнителем, с электронным управлением). Радиатор: расчёт необходимой площади теплоотвода, определение фронтальной площади и глубины сердцевины. Расчёт теплового баланса двигателя. Вентилятор (вязкостная муфта, электрический): выбор производительности. Расширительный бачок. Охлаждающие жидкости. Система охлаждения с электронным управлением. Предпусковые подогреватели.

Тема 7. Системы впуска и выпуска (газообмена)
Назначение систем впуска и выпуска. Впускная система: воздухоочиститель, воздухомер, дроссельный узел, впускной коллектор. Расчёт проходных сечений. Газодинамические явления во впускном коллекторе. Настройка впускного тракта: определение длины впускных труб для получения эффекта наддува на определённых оборотах. Системы изменения геометрии впускного коллектора. Выпускная система: выпускной коллектор, приёмная труба, каталитический нейтрализатор, сажевый фильтр (DPF), глушители шума. Расчёт противодавления выпуска. Взаимодействие выпускной системы с турбокомпрессором. Согласование турбокомпрессора с двигателем: определение параметров турбины и компрессора по расходу воздуха и давлению наддува. Расчет характеристик турбокомпрессора и построение линии совместной работы.

Тема 8. Системы автоматического регулирования и управления
Роль электронных систем управления в современных двигателях. Общая архитектура системы управления: датчики, электронный блок управления (ЭБУ), исполнительные механизмы. Алгоритмы управления топливоподачей, углом опережения зажигания, фазами газораспределения, наддувом, рециркуляцией отработавших газов. Диагностические функции (OBD). Взаимодействие систем управления двигателем с другими системами автомобиля.

3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Трудоемкость (час.)
1	Тема 2	Расчёт цикловой подачи топлива и выбор форсунок для бензинового двигателя с распределённым впрыском	2
2	Тема 2	Расчёт параметров ТНВД и форсунок для системы непосредственного впрыска бензина	2
3	Тема 2	Расчёт регулятора давления топлива и анализ характеристик системы	2

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практического занятия	Трудоемкость (час.)
4	Тема 3	Расчёт геометрических параметров плунжерной пары ТНВД дизеля	2
5	Тема 3	Расчёт профиля кулачка ТНВД дизеля	2
6	Тема 3	Расчёт параметров аккумуляторной системы Common Rail (давление, объём, цикловая подача)	2
7	Тема 4	Расчёт цикловой подачи газа и выбор газовых форсунок	2
8	Тема 4	Расчёт параметров редуктора-испарителя для газового двигателя	2
9	Тема 5	Расчёт необходимой подачи масляного насоса и определение геометрических параметров шестерён	2
10	Тема 5	Расчёт масляного радиатора (площадь теплообмена)	2
11	Тема 5	Расчёт потерь давления в масляной магистрали	2
12	Тема 6	Расчёт теплового баланса двигателя и необходимого теплоотвода системы охлаждения	2
13	Тема 6	Проектировочный расчёт водяного насоса (диаметр колеса, угол лопаток)	2
14	Тема 6	Расчёт радиатора системы охлаждения (фронтальная площадь, глубина сердцевины)	2
15	Тема 7	Расчёт проходных сечений впускного тракта	2
16	Тема 7	Определение длины впускного коллектора для настройки на заданные обороты	2
17	Тема 7	Расчёт противодавления выпускной системы	2
18	Тема 7	Согласование турбокомпрессора с двигателем (построение линии совместной работы)	2
	Итого		**36**

3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены учебным планом.

3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовой проект (курсовая работа) по дисциплине не предусмотрены. Однако результаты освоения дисциплины (навыки расчёта основных параметров систем питания, смазки, охлаждения, газообмена) используются при выполнении последующего курсового проекта по дисциплине «Конструирование и расчет поршневых двигателей», а также в выпускной квалификационной работе

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1. Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 14846–2020 Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний
2. ГОСТ 10150– 2014 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Общие технические условия
3. ГОСТ Р 54120-2010 Двигатели автомобильные. Пусковые качества. Технические требования

4.2. Основная литература

1. Баширов, Р. М. Автотракторные двигатели: конструкция, основы теории и расчета : учебник / Р. М. Баширов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-2741-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://reader.lanbook.com/book/96242
2. Уханов, А. П. Конструкция автомобилей и тракторов : учебник / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, В. А. Голубев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-4582-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — https://reader.lanbook.com/book/122188

4.3. Дополнительная литература

1. Автомобильные двигатели. Рабочие процессы, конструкция, основы расчёта и эксплуатации : учебник / Н. Г. Фаталиев, М. М. Аливагабов, А. Х. Бекеев, М. А. Арсланов. — Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2018. — 316 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://reader.lanbook.com/book/113001
2. Щерба, В. Е. Теория, расчет и конструирование поршневых компрессоров объемного действия: В. Е. Щерба. — 2-е изд., доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 323 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09232-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/517027

4.4. Электронные образовательные ресурсы

1. Курс «Конструкция ДВС»
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=661

4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Для освоения дисциплины и выполнения учебных, научно-исследовательских и проектных работ в рамках образовательной программы рекомендуется использование следующего лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Microsoft Windows – лицензионная операционная система, используемая для обеспечения работы всех учебных компьютеров и персональных устройств в аудиториях университета. Доступна на всех компьютерах университета в рамках лицензионного соглашения. Студенты могут использовать свободно распространяемые альтернативы (Linux, Astra Linux) для выполнения учебных задач.

Microsoft Office – лицензионный пакет офисных приложений, включающий текстовый редактор Word, табличный процессор Excel, программу для создания презентаций PowerPoint. Используется для оформления расчётно-пояснительных записок, отчётов, презентаций и другой учебной документации. Доступен на компьютерах университета. Свободными аналогами являются LibreOffice и OpenOffice.

КОМПАС-3D – российская система трёхмерного моделирования, широко используемая в отечественном машиностроении. Позволяет выполнять параметрическое моделирование, создавать чертежи в соответствии с ЕСКД, проводить прочностные расчёты в среде APM FEM. Учебная версия доступна для свободного скачивания на сайте разработчика (https://kompas.ru).

4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для успешного освоения образовательной программы и выполнения научно-исследовательских, проектных и выпускных квалификационных работ студентам рекомендуется использовать следующие современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

zzzzzzzzzНаучная электронная библиотека eLIBRARY.RU – крупнейшая российская электронная библиотека научных публикаций, интегрированная с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ). Содержит полнотекстовые статьи из научных журналов по энергетическому машиностроению, двигателестроению и смежным отраслям. Позволяет отслеживать публикационную активность и находить актуальные исследования. Доступ открыт с любого компьютера через сеть Интернет по адресу: https://elibrary.ru.

КиберЛенинка – научная электронная библиотека открытого доступа. Содержит полнотекстовые научные статьи, в том числе по техническим наукам, энергетическому машиностроению и двигателестроению. Все материалы доступны бесплатно. Адрес ресурса: https://cyberleninka.ru.

Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов (docs.cntd.ru**)** – бесплатная база нормативных документов, включающая ГОСТы, технические условия, строительные нормы и правила. Удобна для оперативного поиска актуальных стандартов, необходимых при проектировании и расчётах деталей и узлов двигателей. Адрес: https://docs.cntd.ru.

Росстандарт (ФГУП «Стандартинформ») – официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. Содержит информацию о действующих стандартах, технических регламентах и нормативных документах. Адрес: https://www.gost.ru.

Научная библиотека Московского политехнического университета – электронный каталог библиотеки университета, содержащий информацию о фондах учебной и научной литературы. Доступен с любого устройства, имеющего подключение к интернету. Адрес: https://lib.mospolytech.ru.

«Известия вузов. Машиностроение» – рецензируемый научный журнал открытого доступа, публикующий статьи по актуальным проблемам машиностроения, включая двигателестроение. Входит в перечень ВАК. Содержит исследования по рабочему процессу ДВС, динамике, прочности и другим направлениям. Адрес: https://izvuzmash.ru.

Объединение сетевых электронных библиотек (СЭБ) – некоммерческое партнёрство, объединяющее научную и учебную литературу вузов — участников проекта. Обеспечивает доступ к учебно-методическим материалам по техническим специальностям. Доступ осуществляется через портал ЭБС «Лань»: https://e.lanbook.com (авторизация по IP-адресам университета или через личный кабинет).

5. Материально-техническое обеспечение

Для успешного освоения дисциплины используется общий аудиторный фонд университета и специализированные аудитории, закреплённые за кафедрой, имеющие следующее материально-техническое обеспечение:

Наименование специальных помещений	Оснащённость специальных помещений
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-222 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, экран для проектора, переносной ноутбук, проектор. Возможность доступа в интернет.
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-223 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, переносной ноутбук. Возможность доступа в интернет.
Компьютерный класс № Нд-224 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Компьютеры и мебель для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, переносной ноутбук. Возможность доступа в интернет.
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-229 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, переносной ноутбук. Возможность доступа в интернет.
Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Н-406 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13	Комплект мебели для учебного процесса. Мультимедийное оборудование: интерактивная электронная доска, экран для проектора, переносной ноутбук, проектор. Возможность доступа в интернет.

6. Методические рекомендации

6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Эффективность освоения дисциплины определяется качеством организации учебного процесса, выбором адекватных форм и методов обучения. Преподавателю необходимо учитывать специфику дисциплины, уровень подготовленности обучающихся и современные образовательные технологии.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- чётко представлять, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- ознакомиться с видами учебной работы и содержанием разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен:

- назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы;
- во вступительной части обосновать место и роль темы, раскрыть её практическое значение, увязать с предыдущим материалом;
- в основной части раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание на ключевых категориях, явлениях и процессах, аргументированно обосновывать собственную позицию, приводить примеры, задавать риторические вопросы;
- руководить конспектированием, подчёркивая необходимость фиксации основных положений;
- в заключительной части сформулировать выводы, объявить план следующего занятия, дать рекомендации по подготовке.

При проведении практических (семинарских) занятий рекомендуется:

- обеспечивать активное участие всех студентов, использовать индивидуальные выступления, групповые дискуссии, решение практических задач, разбор кейсов;
- контролировать степень усвоения материала, поощрять самостоятельный поиск информации.

При проведении лабораторных занятий (при наличии) рекомендуется:

- ознакомить студентов с правилами техники безопасности;
- обеспечить понимание цели и задач каждой работы;
- организовать защиту работ с оценкой понимания сущности изучаемых процессов.

При организации самостоятельной работы студентов следует:

- чётко формулировать задания, указывать сроки выполнения;
- обеспечивать необходимыми учебно-методическими материалами;
- осуществлять регулярный контроль выполнения.

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации рекомендуется:

- использовать разнообразные формы контроля в соответствии с фондом оценочных средств;
- обеспечить объективность оценивания, руководствуясь установленными критериями;
- своевременно доводить результаты до студентов с указанием ошибок и рекомендаций.

В целях повышения эффективности образовательного процесса рекомендуется использовать:

- мультимедийные презентации для визуализации материала;
- интерактивные методы обучения (деловые игры, дискуссии, разбор кейсов);
- дистанционные образовательные технологии;
- материалы, размещённые в системе дистанционного обучения Московского Политеха (СДО-LMS).

6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины осуществляется при контактной работе с преподавателем и в процессе самостоятельной работы. Эффективное освоение предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объёме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы и взять в библиотеке необходимые издания. Доступ к информационным ресурсам организован в читальных залах библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного устройства через беспроводной доступ.

Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной работой с рекомендованными источниками и материалами лекций. Начинать самостоятельные занятия следует с первого дня изучения дисциплины и проводить их регулярно.

Каждый студент должен самостоятельно планировать свою работу, исходя из возможностей и приоритетов. Для плодотворной работы важно организовать постоянное рабочее место, чередовать труд и отдых (перерывы каждые 1–2 часа).

Особое место уделяется консультированию как форме обучения и контроля. Консультирование предполагает взаимодействие между преподавателем и студентами, направленное на разрешение проблем.

Для успешного освоения дисциплины рекомендуется:

- систематически посещать лекции, вести конспект;
- готовиться к практическим занятиям заранее, изучая теорию и выполняя задания;
- при наличии лабораторных работ — выполнять их в соответствии с методическими указаниями, оформлять отчёты и готовиться к защите;
- своевременно выполнять задания для самостоятельной работы;
- активно участвовать в обсуждениях, задавать вопросы;
- использовать СДО-LMS для доступа к материалам и выполнения тестов;
- регулярно проверять свои знания с помощью вопросов для самопроверки.

При подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации рекомендуется:

- повторить теоретический материал по соответствующим разделам;
- выполнить практические задания, аналогичные разобранным на занятиях;
- ознакомиться с критериями оценивания;
- систематизировать материал, составить краткий план ответов;

- при необходимости посетить консультацию преподавателя.

Соблюдение данных рекомендаций позволит качественно освоить учебный материал и успешно пройти все формы контроля.

Системы поршневых двигателей

ПК-5. Способен выполнять диагностику, анализировать причины неисправностей и дефектов поршневых двигателей и турбомашин в процессе их эксплуатации и испытаний, разрабатывать мероприятия по их устранению

Индикаторы достижения компетенции:

- **ИПК-5.1.** Способен строить «дерево отказов» для типовой неисправности двигателя.
- **ИПК-5.2.** Способен разработать алгоритм пошаговой диагностики неисправности электронной системы управления.
- **ИПК-5.3.** Способен составлять технологическую карту на ремонт конкретного дефекта.
- **ИПК-5.4.** Способен расшифровывать коды неисправностей (OBD-II), считанные со штатного диагностического разъёма.
- **ИПК-5.5.** Способен анализировать параметры двигателя в реальном времени с помощью диагностического сканера, выявлять аномалии.
- **ИПК-5.6.** Способен определять неисправный элемент системы управления по косвенным признакам и данным сканирования.
- **ИПК-5.7.** Способен проводить диагностику герметичности газовой магистрали с помощью течеискателя.
- **ИПК-5.8.** Способен выполнять регулировку и диагностику газового редуктора по давлению на выходе.
- **ИПК-5.9.** Способен разработать рекомендации по замене/обслуживанию элементов ГБО на основе пробега и выявленных дефектов.

ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин

Индикаторы достижения компетенции:

- **ИОПК-4.1.** Умеет использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.

Дисциплина «Системы поршневых двигателей» является ключевой для третьего этапа сквозного проекта «Расчётное обоснование, верификация и оптимизация», обеспечивая знания и навыки, необходимые для проектирования, расчёта и согласования всех обеспечивающих систем разрабатываемого двигателя. В ходе изучения дисциплины студент осваивает классификацию, принципиальные схемы, конструктивные особенности и методы расчёта систем питания (бензиновых, дизельных, газовых), систем смазки, систем охлаждения, систем впуска и выпуска, систем автоматического регулирования и управления, а также методы диагностики и обслуживания этих систем.

В процессе изучения дисциплины используются следующие методы контроля.

Текущее (рубежное) тестирование по модулям

Проводится после завершения изучения каждого из двух модулей дисциплины (в пятом семестре дисциплина изучается в рамках одного семестра и делится на два модуля). Тестирование осуществляется в письменной или компьютерной форме и включает вопросы закрытого и открытого типа, а также расчётные задачи, направленные на проверку знаний классификации и принципов работы систем двигателя, методов расчёта параметров систем (топливоподачи, смазки, охлаждения, газообмена), датчиков и исполнительных устройств, алгоритмов управления, методов диагностики.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Сформированность компетенций при изучении дисциплины определяется посредством оценки соответствия ответов и/или выполнения заданий заявленным индикаторам в рамках мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации (экзамена). Дисциплина

«Системы поршневых двигателей» является **обеспечивающей** для компетенции ПК-3, обеспечивая теоретические знания и практические навыки в области проектирования, расчёта и оптимизации систем поршневых двигателей (топливных, смазочных, охлаждения, впуска и выпуска), необходимые для разработки программ и методик испытаний и обоснованного подбора средств измерений.

В процессе изучения дисциплины оценивается сформированность следующих компетенций и индикаторов:

ПК-3. Способен планировать и проводить экспериментальные исследования (испытания) поршневых двигателей, турбомашин и их компонентов, обрабатывать и анализировать полученные данные, формулировать выводы и технические рекомендации

Индикаторы достижения компетенции:

- **ИПК-3.1.** Способен разрабатывать программу и методику стендовых испытаний двигателя по заданным параметрам.
- **ИПК-3.2.** Способен подбирать средства измерений для конкретных испытаний.

Дисциплина «Системы поршневых двигателей» является ключевой для третьего этапа сквозного проекта «Расчётное обоснование, верификация и оптимизация», обеспечивая знания и навыки, необходимые для проектирования, расчёта и согласования всех обеспечивающих систем разрабатываемого двигателя. В ходе изучения дисциплины студент осваивает классификацию, принципиальные схемы, конструктивные особенности и методы расчёта систем питания (бензиновых, дизельных, газовых), систем смазки, систем охлаждения, систем впуска и выпуска, систем автоматического регулирования и управления.

В процессе изучения дисциплины используются следующие методы контроля.

Текущее (рубежное) тестирование по модулям

Проводится после завершения изучения каждого из двух модулей дисциплины. Тестирование осуществляется в письменной или компьютерной форме и включает вопросы закрытого и открытого типа, а также расчётные задачи, направленные на проверку знаний классификации и принципов работы систем двигателя, методов расчёта параметров систем (топливоподачи, смазки, охлаждения, газообмена), датчиков и исполнительных устройств, алгоритмов управления. Результаты тестирования используются для оценки уровня освоения материала модуля. Проверяемые индикаторы: ИПК-3.1, ИПК-3.2 (знание расчётных параметров систем для разработки программ испытаний и выбора средств измерений).

Устный опрос (собеседование)

Проводится в ходе практических занятий для проверки понимания студентом теоретического материала, способности аргументированно излагать принципы работы систем, анализировать влияние параметров на работу двигателя, обосновывать выбор конструктивных решений, разрабатывать программы испытаний и подбирать средства измерений. Устный опрос может быть как индивидуальным, так и фронтальным. В рамках сквозного проекта устный опрос позволяет оценить способность студента обосновывать выбор параметров систем проектируемого двигателя. Проверяемые индикаторы: ИПК-3.1, ИПК-3.2.

Практические занятия

В ходе выполнения практических заданий (расчёт цикловой подачи топлива, выбор форсунок, расчёт параметров ТНВД, расчёт подачи масляного насоса, расчёт теплового баланса и системы охлаждения, расчёт проходных сечений впускного тракта, расчёт противодавления выпускной системы, согласование турбокомпрессора с двигателем, а также разработка программ и методик испытаний, подбор средств измерений) оценивается способность студента применять теоретические знания для решения конкретных профессиональных задач. Результаты выполнения практических заданий фиксируются в виде отчётов, которые защищаются студентом в устной форме. Проверяемые индикаторы: ИПК-3.1, ИПК-3.2.

Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта

Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта является одним из ключевых методов контроля, позволяющим оценить способность студента применять полученные теоретические знания и практические навыки для решения комплексной профессиональной задачи. Задание выполняется студентом самостоятельно в течение семестра и представляет собой разработку

раздела сквозного проекта, связанного с расчётом и выбором систем проектируемого двигателя, а также с разработкой программы и методики испытаний. Содержание индивидуального задания включает расчёт системы питания (выбор форсунок, насоса), расчёт системы смазки (определение подачи насоса, выбор масла), расчёт системы охлаждения (тепловой баланс, выбор радиатора, насоса), расчёт системы впуска и выпуска (определение проходных сечений, выбор турбокомпрессора), а также разработку программы стендовых испытаний и обоснование выбора средств измерений. Индивидуальное задание выполняется в форме пояснительной записки объёмом 15-20 страниц. Защита индивидуального задания проводится в форме презентации результатов перед преподавателем. Проверяемые индикаторы: ИПК-3.1, ИПК-3.2.

Экзамен

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена по завершении изучения дисциплины. Экзамен позволяет комплексно оценить знания, умения и навыки студента по всем разделам дисциплины. Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса (по основным разделам систем двигателя) и одно практическое задание (расчётная задача или разработка фрагмента программы испытаний). Результаты экзамена определяют итоговую оценку по дисциплине. Проверяемые индикаторы: ИПК-3.1, ИПК-3.2.

Роль дисциплины в оценке результатов сквозного проекта

Дисциплина «Системы поршневых двигателей» формирует фундаментальные знания и навыки, необходимые для выполнения третьего этапа сквозного проекта — «Расчётное обоснование, верификация и оптимизация». В рамках этого этапа студент должен выполнить расчёт и выбор систем питания, смазки, охлаждения, газообмена для проектируемого двигателя, обосновать выбор параметров, обеспечить согласованность характеристик систем, а также разработать программу и методику стендовых испытаний. Результаты освоения дисциплины оцениваются в ходе защиты индивидуального задания и отчёта по третьему этапу сквозного проекта. Оценка сформированности компетенций по дисциплине учитывается при подведении итогов выполнения сквозного проекта в целом.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1 Критерии оценки текущего (рубежного) тестирования по модулям

Текущее (рубежное) тестирование проводится после завершения изучения каждого модуля. Тест состоит из 20 заданий различного типа (выбор правильного ответа, установление соответствия, краткий ответ, расчётная задача). Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов за тест — 20.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно более 75% заданий теста (набрано более 15 баллов). Студент, получивший «зачтено», демонстрирует достаточное знание теоретического материала модуля, владеет методами расчёта систем питания, смазки, охлаждения, газообмена, понимает принципы работы электронных систем управления. Это свидетельствует о сформированности на пороговом уровне знаний, необходимых для освоения индикаторов ИПК-3.1 и ИПК-3.2.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно менее 75% заданий теста (набрано 15 баллов и менее). Студент, получивший «не зачтено», не владеет основным материалом модуля, допускает грубые ошибки в расчёте систем. Студент обязан ликвидировать задолженность по модулю до прохождения следующего рубежного контроля.

7.2.2 Критерии оценки итогового тестирования по курсу

Итоговое тестирование проводится после завершения изучения всех модулей. Тест состоит из 30 заданий, охватывающих весь материал дисциплины. Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов — 30.

Оценка «отлично» выставляется студенту, набравшему от 29 до 30 баллов (97-100% правильных ответов). Студент демонстрирует системные теоретические знания по всем разделам дисциплины, уверенно рассчитывает параметры систем, выбирает оборудование, разрабатывает программы испытаний и обосновывает выбор средств измерений. Сформированность индикаторов ИПК-3.1 и ИПК-3.2 оценивается на продвинутом уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, набравшему от 24 до 28 баллов (80-97% правильных ответов). Студент в целом демонстрирует системные теоретические знания, владеет большинством терминов, но допускает отдельные неточности в сложных вопросах. Сформированность индикаторов оценивается на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, набравшему от 18 до 23 баллов (60-80% правильных ответов). Студент демонстрирует знание основного материала, но допускает ошибки в деталях, не в полной мере владеет профессиональной терминологией. Сформированность индикаторов оценивается на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, набравшему от 0 до 17 баллов (менее 60% правильных ответов). Студент не демонстрирует системных знаний, не владеет основными понятиями, не может выполнить расчёт систем. Сформированность индикаторов не достигла порогового уровня.

7.2.3 Критерии оценки устного опроса (собеседования)

Оценка «отлично» выставляется студенту, который глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе и логически стройно его излагает. Студент демонстрирует полное знание классификации, принципиальных схем и конструктивных особенностей систем питания, смазки, охлаждения, газообмена, систем автоматического регулирования и управления. Уверенно разрабатывает программы испытаний и обосновывает выбор средств измерений. Свободно владеет профессиональной терминологией.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, который твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей. Студент владеет основными понятиями и методами, умеет решать типовые задачи, но может испытывать затруднения при ответе на уточняющие вопросы. В целом демонстрирует хорошее владение профессиональной терминологией.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей. Студент допускает неточности и ошибки в изложении, обладает фрагментарными знаниями. Ответы на дополнительные вопросы даются с трудом, требуют наводящих вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части материала, допускает грубые ошибки в изложении, не может выполнить расчёт систем, не понимает принципов работы систем управления.

7.2.4 Критерии оценки практических занятий

Оценка «зачтено» выставляется студенту, который выполнил практическое задание правильно, в установленные сроки. Студент продемонстрировал понимание методики решения задачи, способность применять теоретические знания для расчёта параметров систем питания, смазки, охлаждения, газообмена, выбора оборудования, анализа характеристик, а также для разработки программ испытаний и подбора средств измерений. При защите студент аргументирует полученные результаты, отвечает на уточняющие вопросы.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не выполнил практическое задание, выполнил его не в полном объёме, или выполнил с грубыми ошибками. Студент не понимает методику решения, не может объяснить полученные результаты. Студент обязан выполнить практическое задание повторно в установленные преподавателем сроки.

7.2.5 Критерии оценки индивидуального задания в рамках сквозного проекта

Оценка «отлично» выставляется студенту, который полностью выполнил индивидуальное задание в соответствии с требованиями. Студент демонстрирует глубокое понимание методов расчёта систем двигателя, самостоятельно выполняет расчёт системы питания, системы смазки, системы охлаждения, системы газообмена, обосновывает выбор оборудования, разрабатывает программу и методику стендовых испытаний, обосновывает выбор средств измерений. Пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями. При защите студент свободно владеет материалом, аргументированно отвечает на вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, который выполнил индивидуальное задание в полном объёме, но допускает отдельные неточности в расчётах или неполноту в обосновании выбора. Пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями, но содержит

незначительные замечания. При защите студент в целом отвечает на вопросы, но может допускать неточности.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который выполнил индивидуальное задание, но допустил существенные ошибки в расчётах или не полностью выполнил требуемые разделы. Пояснительная записка оформлена с нарушениями требований. При защите студент отвечает на вопросы неуверенно, требует наводящих вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не выполнил индивидуальное задание, выполнил его не в полном объёме или допустил грубые ошибки. Студент не демонстрирует понимания методов расчёта систем. При защите студент не отвечает на вопросы. Студент обязан выполнить индивидуальное задание повторно в установленные преподавателем сроки.

7.2.6 Критерии оценки ответа на экзамене

Оценка «отлично» выставляется студенту, который глубоко и прочно усвоил программный материал по всем разделам, исчерпывающе и логически стройно излагает ответы на теоретические вопросы. Студент демонстрирует полное знание классификации, принципиальных схем и конструктивных особенностей систем питания, смазки, охлаждения, газообмена, систем автоматического регулирования и управления, методов расчёта. Уверенно и без ошибок выполняет практическое задание (расчётную задачу или разработку фрагмента программы испытаний). Даёт полные ответы на дополнительные вопросы, свободно владеет профессиональной терминологией. Сформированность индикаторов ИПК-3.1 и ИПК-3.2 оценивается на продвинутом уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, который твердо знает материал, грамотно и по существу излагает ответы на теоретические вопросы, не допуская существенных неточностей. Студент владеет основными понятиями и методами, умеет решать типовые задачи. Выполняет практическое задание в целом правильно, но может испытывать затруднения при обосновании отдельных этапов. Сформированность индикаторов оценивается на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, который имеет знания только основного материала, допускает неточности и ошибки в изложении теоретических вопросов. Студент обладает фрагментарными знаниями по отдельным разделам. Выполняет практическое задание с помощью наводящих вопросов или допускает ошибки в расчётах. Сформированность индикаторов оценивается на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает грубые ошибки в изложении теоретических вопросов. Студент не может выполнить практическое задание. Сформированность индикаторов не достигла порогового уровня.

7.2.7 Соответствие методов контроля проверяемым индикаторам компетенций

Индикатор	Формируемые знания и навыки	Методы контроля
ИПК-3.1. Способен разрабатывать программу и методику стендовых испытаний двигателя по заданным параметрам	Знание расчётных параметров систем (давление в рампе, подача масла, температура охлаждающей жидкости, расход воздуха); понимание взаимосвязи параметров систем с режимами работы двигателя; умение разрабатывать программу испытаний для проверки соответствия реальных параметров расчётным	Текущее тестирование, устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, экзамен
ИПК-3.2. Способен	Знание типов средств измерений (датчики давления, температуры, расхода, состава	Текущее тестирование,

Индикатор	Формируемые знания и навыки	Методы контроля
подбирать средства измерений для конкретных испытаний	смеси); понимание требований к точности, диапазону измерения, условиям эксплуатации; умение обоснованно выбирать средства измерений для контроля параметров систем	устный опрос, практические занятия, индивидуальное задание, экзамен

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

7.3.1.1 Модульная структура дисциплины

Дисциплина изучается в 5-м семестре. Семестр делится на два равных модуля (периода), каждый из которых включает определённые темы.

Модуль 1 (недели 1–8) — Системы питания. Система смазки

Включает темы: Тема 1. Введение. Общие требования к системам двигателя; Тема 2. Система питания бензиновых двигателей; Тема 3. Система питания дизельных двигателей; Тема 4. Система питания газовых двигателей; Тема 5. Система смазки.

Модуль 2 (недели 9–16) — Система охлаждения. Системы впуска и выпуска. Управление

Включает темы: Тема 6. Система охлаждения; Тема 7. Системы впуска и выпуска (газообмена); Тема 8. Системы автоматического регулирования и управления.

7.3.1.2 Рубежный контроль по модулям (устный опрос/собеседование)

Модуль 1. Системы питания. Система смазки

Перечень вопросов для собеседования:

1. Назначение и классификация систем питания бензиновых двигателей. Требования к системе питания.
2. Распределённый впрыск (MPI): схема, принцип работы, основные элементы.
3. Расчёт цикловой подачи топлива. Выбор типа и параметров форсунок.
4. Непосредственный впрыск (GDI, FSI, TFSI): особенности, преимущества, отличия в конструкции.
5. Регулятор давления топлива. Системы изменения геометрии впускного коллектора.
6. Датчики системы управления бензиновым двигателем. Система улавливания паров топлива (адсорбер).
7. Классификация систем топливоподачи дизелей. Требования к топливной аппаратуре высокого давления.
8. Традиционные системы с рядными и распределительными ТНВД: устройство, принцип работы.
9. Насос-форсунки: конструкция, преимущества и недостатки.
10. Аккумуляторные системы Common Rail: принципиальная схема, основные элементы. Типы форсунок.
11. Расчёт параметров аккумуляторной системы. Выбор форсунок по производительности и углу распыла.
12. Датчики системы управления дизелем. Свечи накаливания. Системы EGR в дизелях.
13. Типы газовых топлив. Физико-химические свойства газовых топлив.
14. Поколения газобаллонного оборудования (ГБО). Основные элементы ГБО.
15. Особенности смесеобразования и сгорания газового топлива. Газодизельный процесс.

16. Назначение системы смазки. Классификация систем смазки: с мокрым и сухим картером.

17. Масляный насос: типы. Расчёт подачи масляного насоса. Определение геометрических параметров шестерён.

18. Масляные фильтры: типы, конструкция. Масляный радиатор и теплообменник.

19. Клапаны системы смазки. Расчёт системы смазки. Выбор моторного масла. Система вентиляции картера.

20. **Какие параметры систем двигателя необходимо контролировать при стендовых испытаниях?**

21. **Как разработать программу испытаний системы питания двигателя?**

22. **Какие средства измерений применяются для определения расхода топлива?**

23. **Какие средства измерений применяются для определения давления в топливной системе?**

Модуль 2. Система охлаждения. Системы впуска и выпуска. Управление

Перечень вопросов для собеседования:

1. Назначение и типы систем охлаждения. Требования к системе охлаждения.

2. Жидкостная система охлаждения: принципиальная схема, малый и большой круг циркуляции.

3. Водяной насос: расчёт подачи, определение диаметра рабочего колеса, угла лопаток.

4. Термостат: типы. Радиатор: расчёт необходимой площади теплоотвода.

5. Расчёт теплового баланса двигателя. Вентилятор: выбор производительности. Охлаждающие жидкости.

6. Назначение систем впуска и выпуска. Впускная система: основные элементы. Расчёт проходных сечений.

7. Газодинамические явления во впускном коллекторе. Настройка впускного тракта. Системы изменения геометрии впускного коллектора.

8. Выпускная система: выпускной коллектор, каталитический нейтрализатор, сажевый фильтр (DPF), глушители шума.

9. Расчёт противодавления выпуска. Взаимодействие выпускной системы с турбокомпрессором.

10. Согласование турбокомпрессора с двигателем. Расчёт характеристик турбокомпрессора и построение линии совместной работы.

11. Роль электронных систем управления в современных двигателях. Архитектура системы управления.

12. Алгоритмы управления топливоподачей, углом опережения зажигания, фазами газораспределения, наддувом, EGR.

13. Диагностические функции (OBD). Взаимодействие систем управления двигателем с другими системами автомобиля.

14. **Какие средства измерений применяются для контроля температуры охлаждающей жидкости?**

15. **Как разработать методику испытаний системы охлаждения двигателя?**

16. **Какие средства измерений применяются для определения расхода воздуха и давления наддува?**

17. **Как подобрать датчики давления и температуры для стендовых испытаний двигателя?**

7.3.1.3 Рубежный контроль по модулям (тестирование)

Тестирование проводится после завершения изучения каждого модуля. Тест состоит из 20 заданий различного типа (выбор правильного ответа, установление соответствия, краткий ответ, расчётная задача). Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов за тест — 20. Оценка «зачтено» выставляется при выполнении верно более 75% заданий (более 15 баллов).

Пример тестовых заданий (один вариант)

1. **Какой тип впрыска топлива характеризуется подачей топлива непосредственно в камеру сгорания?**
   - A) Центральный впрыск (моновпрыск)
   - B) Распределённый впрыск (MPI)
   - C) Непосредственный впрыск (GDI)
   - D) Карбюраторная система
   - *Правильный ответ: C*

2. **Какой элемент системы Common Rail аккумулирует топливо под высоким давлением?**
   - A) ТНВД
   - B) Рампа (аккумулятор)
   - C) Регулятор давления
   - D) Форсунка
   - *Правильный ответ: B*

3. **Какой параметр определяет производительность масляного насоса?**
   - A) Давление в магистрали
   - B) Частота вращения и геометрические параметры шестерён
   - C) Температура масла
   - D) Вязкость масла
   - *Правильный ответ: B*

4. **Какой элемент системы охлаждения поддерживает оптимальную температуру двигателя?**
   - A) Водяной насос
   - B) Термостат
   - C) Вентилятор
   - D) Радиатор
   - *Правильный ответ: B*

5. **Какой датчик используется для определения состава смеси и коррекции времени впрыска?**
   - A) ДМРВ
   - B) ДПДЗ
   - C) Лямбда-зонд (кислородный датчик)
   - D) Детонационный датчик
   - *Правильный ответ: C*

7.3.1.4 Оценочные средства для индивидуального задания в рамках сквозного проекта

Индивидуальное задание в рамках сквозного проекта является одним из ключевых методов контроля, позволяющим оценить способность студента применять полученные теоретические знания и практические навыки для решения комплексной профессиональной задачи. Задание выполняется студентом самостоятельно в течение семестра и представляет собой разработку раздела сквозного проекта, связанного с расчётом и выбором систем проектируемого двигателя, а также с разработкой программы и методики испытаний.

Содержание индивидуального задания:

Индивидуальное задание включает в себя выполнение следующих этапов:

1. **Расчёт системы питания.** На основе заданных параметров двигателя (мощность, частота вращения, тип двигателя) выполняется расчёт цикловой подачи топлива. Выбираются форсунки (бензиновые или дизельные) по производительности. Для дизеля выполняется расчёт параметров ТНВД или системы Common Rail. Для газового двигателя выбираются газовые форсунки и рассчитываются параметры редуктора-испарителя.
2. **Расчёт системы смазки.** Определяется необходимая подача масляного насоса. Рассчитываются геометрические параметры шестерён (модуль, число зубьев, ширина). Выбирается тип масляного фильтра. Определяются потери давления в масляной магистрали. Обосновывается выбор моторного масла.

3. **Расчёт системы охлаждения.** Выполняется расчёт теплового баланса двигателя. Определяется необходимое количество теплоты, отводимое системой охлаждения. Рассчитываются параметры водяного насоса (подача, диаметр рабочего колеса, угол лопаток). Выполняется тепловой расчёт радиатора. Выбирается тип вентилятора и термостата.

4. **Расчёт систем впуска и выпуска.** Определяются проходные сечения впускного и выпускного трактов. Рассчитывается длина впускного коллектора для настройки на заданные обороты. Определяется противодавление выпускной системы. Выполняется согласование турбокомпрессора с двигателем.

5. **Разработка программы и методики стендовых испытаний.** Разрабатывается программа испытаний систем двигателя: определяются цели испытаний, перечень контролируемых параметров, режимы работы двигателя, точки замера. Обосновывается выбор средств измерений (тип, диапазон, точность). Составляется методика проведения испытаний и обработки результатов.

Требования к оформлению:

Индивидуальное задание выполняется в форме пояснительной записки объёмом 15-20 страниц, включающей:

- титульный лист с указанием темы задания, ФИО студента, группы, руководителя;
- содержание;
- введение с обоснованием актуальности выбора систем;
- основную часть, содержащую расчёты систем питания, смазки, охлаждения, впуска и выпуска, а также программу и методику испытаний;
- графические материалы (схемы систем, характеристики насосов, линия совместной работы турбокомпрессора);
- заключение с выводами по результатам выполненной работы;
- список использованных источников.

7.3.1.5 Оценочные средства для практических занятий

Типовые задания для практических занятий

Модуль 1. Системы питания. Система смазки

Задание 1. Расчёт цикловой подачи топлива и выбор форсунок для бензинового двигателя с распределённым впрыском.

Задание 2. Расчёт параметров ТНВД и форсунок для системы непосредственного впрыска бензина.

Задание 3. Расчёт регулятора давления топлива и анализ характеристик системы.

Задание 4. Расчёт геометрических параметров плунжерной пары ТНВД дизеля.

Задание 5. Расчёт профиля кулачка ТНВД дизеля.

Задание 6. Расчёт параметров аккумуляторной системы Common Rail (давление, объём, цикловая подача).

Задание 7. Расчёт цикловой подачи газа и выбор газовых форсунок.

Задание 8. Расчёт параметров редуктора-испарителя для газового двигателя.

Задание 9. Расчёт необходимой подачи масляного насоса и определение геометрических параметров шестерён.

Задание 10. Расчёт масляного радиатора (площадь теплообмена).

Задание 11. Расчёт потерь давления в масляной магистрали.

Задание 12. Разработка программы стендовых испытаний системы питания двигателя.

Задание 13. Обоснование выбора средств измерений для контроля параметров топливной системы.

Модуль 2. Система охлаждения. Системы впуска и выпуска. Управление

Задание 14. Расчёт теплового баланса двигателя и необходимого теплоотвода системы охлаждения.

Задание 15. Проектировочный расчёт водяного насоса (диаметр колеса, угол лопаток).

Задание 16. Расчёт радиатора системы охлаждения (фронтальная площадь, глубина сердцевины).

Задание 17. Расчёт проходных сечений впускного тракта.

Задание 18. Определение длины впускного коллектора для настройки на заданные обороты.

Задание 19. Расчёт противодавления выпускной системы.

Задание 20. Согласование турбокомпрессора с двигателем (построение линии совместной работы).

Задание 21. Разработка методики испытаний системы охлаждения двигателя.

Задание 22. Обоснование выбора средств измерений для контроля параметров системы охлаждения и наддува.

7.3.1.6 Лабораторные занятия

Лабораторные занятия по дисциплине не предусмотрены учебным планом.

7.3.1.7 Курсовой проект (курсовая работа)

Курсовой проект (курсовая работа) по дисциплине не предусмотрены учебным планом. Результаты освоения дисциплины используются при выполнении последующих курсовых проектов по профильным дисциплинам и в выпускной квалификационной работе.

7.3.2 Промежуточная аттестация (экзамен)

7.3.2.1 Условия допуска к экзамену

Студент допускается к сдаче экзамена при выполнении следующих условий:

- Успешное прохождение всех двух рубежных контролей (устных опросов по модулям) с оценкой не ниже «удовлетворительно».
- Выполнение и защита всех практических занятий (не менее 80% заданий выполнены и защищены).
- Выполнение и защита индивидуального задания в рамках сквозного проекта с оценкой не ниже «удовлетворительно».
- Отсутствие академической задолженности по дисциплине.

7.3.2.2 Структура экзаменационного билета

Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов (по одному из каждого модуля) и одного практического задания (расчётная задача или разработка фрагмента программы испытаний).

Структура билета:

- **Вопрос 1** (Модуль 1): Системы питания, система смазки.
- **Вопрос 2** (Модуль 2): Система охлаждения, системы впуска и выпуска, управление.
- **Задание 3**: Расчётная задача (расчёт параметров системы) или разработка фрагмента программы испытаний и выбор средств измерений.

7.3.2.3 Типовые экзаменационные билеты

Экзаменационный билет №1

Вопрос 1 (Модуль 1)

Аккумуляторные системы Common Rail: принципиальная схема, основные элементы. Типы форсунок (электрогидравлические, пьезоэлектрические). Преимущества системы Common Rail.

Вопрос 2 (Модуль 2)

Система охлаждения: назначение, классификация. Принципиальная схема жидкостной системы охлаждения. Термостат: назначение, типы, принцип работы. Расчёт теплового баланса двигателя.

Задание 3

Для бензинового двигателя с распределённым впрыском определить цикловую подачу топлива, если эффективная мощность N_e = 80 кВт, частота вращения n = 5000 об/мин, число цилиндров i = 4, удельный эффективный расход топлива g_e = 250 г/(кВт·ч). Плотность бензина ρ = 750 кг/м³. Обосновать выбор средств измерений для контроля параметров топливной системы при стендовых испытаниях.

Экзаменационный билет №2

Вопрос 1 (Модуль 1)

Система смазки с мокрым картером: принципиальная схема, основные элементы. Масляный насос: типы. Расчёт подачи масляного насоса. Редукционный клапан.

Вопрос 2 (Модуль 2)

Системы впуска и выпуска. Впускная система: воздухоочиститель, воздухомер, дроссельный узел, впускной коллектор. Газодинамические явления во впускном коллекторе. Настройка впускного тракта.

Задание 3

Для рядного четырёхцилиндрового дизельного двигателя с системой Common Rail определить необходимую подачу топлива. Мощность Ne = 120 кВт, удельный расход ge = 200 г/(кВт·ч). Рассчитать цикловую подачу топлива. Разработать фрагмент программы испытаний системы питания.

Экзаменационный билет №3

Вопрос 1 (Модуль 1)

Система питания газовых двигателей. Поколения газобаллонного оборудования (ГБО). Основные элементы ГБО. Газодизельный процесс.

Вопрос 2 (Модуль 2)

Выпускная система: выпускной коллектор, каталитический нейтрализатор, сажевый фильтр (DPF), глушители шума. Расчёт противодавления выпуска. Взаимодействие выпускной системы с турбокомпрессором. Согласование турбокомпрессора с двигателем.

Задание 3

Для системы смазки двигателя определить подачу масляного насоса. Расход масла на угар Gугар = 0,5 кг/ч, расход на охлаждение поршня Gохл = 1 кг/ч, расход через главную масляную магистраль Gмаг = 20 л/мин. Плотность масла ρ = 900 кг/м³. Определить общую подачу насоса с учётом коэффициента запаса 1,5. Обосновать выбор средств измерений для контроля параметров системы смазки.

7.3.2.4 Полный перечень теоретических вопросов к экзамену

Модуль 1. Системы питания. Система смазки

1. Назначение и классификация систем питания бензиновых двигателей. Требования к системе питания.
2. Распределённый впрыск (MPI): схема, принцип работы, основные элементы. Расчёт цикловой подачи топлива.
3. Непосредственный впрыск (GDI, FSI, TFSI): особенности, преимущества, отличия в конструкции.
4. Регулятор давления топлива. Системы изменения геометрии впускного коллектора.
5. Датчики системы управления бензиновым двигателем. Система улавливания паров топлива (адсорбер).
6. Классификация систем топливоподачи дизелей. Требования к топливной аппаратуре высокого давления.
7. Традиционные системы с рядными и распределительными ТНВД: устройство, принцип работы.
8. Насос-форсунки: конструкция, преимущества и недостатки.
9. Аккумуляторные системы Common Rail: принципиальная схема, основные элементы. Типы форсунок.
10. Расчёт параметров аккумуляторной системы. Выбор форсунок по производительности и углу распыла.
11. Датчики системы управления дизелем. Свечи накаливания. Системы EGR в дизелях.
12. Типы газовых топлив. Физико-химические свойства газовых топлив.
13. Поколения газобаллонного оборудования (ГБО). Основные элементы ГБО.
14. Особенности смесеобразования и сгорания газового топлива. Газодизельный процесс.

15. Назначение системы смазки. Классификация систем смазки: с мокрым и сухим картером.

16. Масляный насос: типы. Расчёт подачи масляного насоса. Определение геометрических параметров шестерён.

17. Масляные фильтры: типы, конструкция, расчёт фильтрующей поверхности.

18. Масляный радиатор и теплообменник: назначение, расчёт необходимой площади теплообмена.

19. Клапаны системы смазки. Расчёт системы смазки. Выбор моторного масла. Система вентиляции картера.

20. Разработка программы стендовых испытаний системы питания двигателя.

21. Выбор средств измерений для контроля параметров топливной системы.

Модуль 2. Система охлаждения. Системы впуска и выпуска. Управление

22. Назначение и типы систем охлаждения. Требования к системе охлаждения.

23. Жидкостная система охлаждения: принципиальная схема, малый и большой круг циркуляции.

24. Водяной насос: расчёт подачи, определение диаметра рабочего колеса, угла лопаток.

25. Термостат: типы. Радиатор: расчёт необходимой площади теплоотвода.

26. Расчёт теплового баланса двигателя. Вентилятор: выбор производительности. Охлаждающие жидкости.

27. Назначение систем впуска и выпуска. Впускная система: основные элементы. Расчёт проходных сечений.

28. Газодинамические явления во впускном коллекторе. Настройка впускного тракта.

29. Системы изменения геометрии впускного коллектора.

30. Выпускная система: выпускной коллектор, каталитический нейтрализатор, сажевый фильтр (DPF), глушители шума.

31. Расчёт противодавления выпуска. Взаимодействие выпускной системы с турбокомпрессором.

32. Согласование турбокомпрессора с двигателем. Расчёт характеристик турбокомпрессора и построение линии совместной работы.

33. Роль электронных систем управления в современных двигателях. Архитектура системы управления.

34. Алгоритмы управления топливоподачей, углом опережения зажигания, фазами газораспределения, наддувом, EGR.

35. Диагностические функции (OBD). Взаимодействие систем управления двигателем с другими системами автомобиля.

36. Разработка методики испытаний системы охлаждения двигателя.

37. Выбор средств измерений для контроля параметров системы охлаждения и наддува.