Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 14:05:25
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/
«27» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Исследование динамики и крутильных колебаний двигателей внутреннего сгорания

Направление подготовки/ специальность
13.04.03 «Энергетическое машиностроение»

Профиль/ специализация
Проектирование и эксплуатация двигателей для инновационного транспорта

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Москва, 2025

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

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО и образовательной программы.

Задачами освоения дисциплины являются:

- приобретение обучающимися знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса;
- оценка достижения обучающимися планируемых результатов обучения как этапа формирования соответствующих компетенций.

Обучение по дисциплине «Динамика и крутильные колебания двигателей внутреннего сгорания» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем	ИПК-2.1. Знает как осуществлять работы по анализу научно-технической информации и результатов исследований ИПК-2.2. Умеет участвовать в работах по поиску и анализу научно-технической информации ИПК-2.3. Владеет навыками обработки и анализу научно-технической информации и результатов исследований
ПК-2 Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации	ИПК-1.1. Знает основы проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ ИПК-1.2. Умеет проводить научные исследования и конструкторские работы ИПК-1.3. Владеет навыками выполнения научных и конструкторских работ

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в раздел Элективные дисциплины 2 блока Б1 «Дисциплины (модули)», подраздел Б1.2.ЭД.2.2

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения, навыки, формируемые такими дисциплинами бакалавриата как: Конструкции и схемы перспективных двигателей внутреннего сгорания, Динамика двигателей внутреннего сгорания, Конструирование и расчет двигателей внутреннего сгорания.

Знания, умения, навыки, сформированные данной дисциплиной, будут востребованы при изучении таких дисциплин как: Испытание и диагностика энергетических установок, Основы вторичного использования теплоты в энергоустановках, Особенности рабочих процессов комбинированных двигателей.

Знания, умения, навыки, сформированные данной дисциплиной, будут востребованы при прохождении практик и сдаче государственной итоговой аттестации.

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
			1
1	Аудиторные занятия	32	32
	В том числе:		
	Лекции	16	16
	Семинарские/практические занятия	16	16
	Лабораторные занятия	–	–
2	Самостоятельная работа	112	112
3	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	Зачет	Зачет
	Итого	144	144

3.2. Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Всего	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Тема 1. Кинематика кривошипно-шатунного механизма	18	4	2	2	–	14
2	Тема 2. Динамика кривошипно-шатунного механизма	18	4	2	2	–	14
3	Тема 3. Силы, действующие на шейки коленчатого вала. Равномерность хода двигателя	18	4	2	2	–	14
4	Тема 4. Расчет маховика. Примеры кинематического и динамического расчетов.	18	4	2	2	–	14
5	Тема 5. Уравновешивание поршневых двигателей	18	4	2	2	–	14
6	Тема 6. Крутильные колебания коленчатого вала.	18	4	2	2	–	14
7	Тема 7. Вынужденные крутильные колебания с затуханием.	18	4	2	2	–	14
8	Тема 8. Собственные крутильные колебания приведенной системы.	18	4	2	2	–	14

	Итого:	144	32	16	16	–	112

3.3. Содержание дисциплины

Лекция 1. Кинематика кривошипно-шатунного механизма
§1. Общие сведения
§2. Перемещение поршня
§3. Скорость поршня
§4. Ускорение поршня
§5. Приближенные зависимости для определения пути, скорости и ускорения поршня
§6. Кинематика шатуна
§7. Кинематика дезаксиального кривошипно-шатунного механизма
§8. Кинематика КШМ с прицепным шатуном
Вопросы для самопроверки.
Список использованных источников.

Лекция 2. Динамика кривошипно-шатунного механизма
§1. Общие сведения
§2. Приведение масс деталей кривошипно-шатунного механизма
§2.1. Приведение массы шатуна
§2.2. Приведение вращающихся масс.
§3. Силы инерции кривошипно-шатунного механизма
§4. Силы давления газов
§5. Суммарные силы, действующие в механизме
Вопросы для самопроверки.
Список использованных источников.

Лекция 3. Силы, действующие на шейки коленчатого вала. Равномерность хода двигателя
§1. Силы, действующие на шейки коленчатого вала.
§2. Моменты, скручивающие коренную шейку многоцилиндрового двигателя.
§3. Равномерность хода двигателя.
Вопросы для самопроверки.
Список использованных источников.

Лекция 4. Расчет маховика. Примеры кинематического и динамического расчетов.
§1. Расчет маховика.
§2. Особенности расчета маховика автомобильного двигателя
§3. Особенности расчета маховика тракторного двигателя
§4. Пример расчета маховика
§5. Пример кинематического расчета
§6. Пример динамического расчета
Вопросы для самопроверки.
Список использованных источников.

Лекция 5. Уравновешивание поршневых двигателей
§1. Общие сведения
§2. Действие неуравновешенных сил и моментов в поршневом двигателе
§3. Способы уравновешивания инерционных сил и моментов
Вопросы для самопроверки.
Список использованных источников.

Лекция 6. Крутильные колебания коленчатого вала.

§1. Общие сведения.
§2. Собственные крутильные колебания с одной массой.
§3. Затухающие крутильные колебания.
§4. Вынужденные крутильные колебания вала с одной массой.
Вопросы для самопроверки.
Список использованных источников.

Лекция 7. Вынужденные крутильные колебания с затуханием.
§1. Возникновение собственных и вынужденных крутильных колебаний в двигателях.
§2. Приведение крутильной системы коленчатого вала.
§3. Определение приведенной длины коленчатого вала.
§4. Определение моментов инерции приведенных масс.
Вопросы для самопроверки.
Список использованных источников.

Лекция 8. Собственные крутильные колебания приведенной системы.
§1. Система вала с двумя массами.
§2. Система вала с тремя массами.
§3. Система вала со многими массами.
§4. Уменьшение числа масс приведенной системы.
§5. Гармонический анализ.
§6. Резонансные режимы работы двигателя.
Вопросы для самопроверки.
Список использованных источников.

3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Практическое занятие №1. Работа с программой расчёта сил и моментов, действующих на детали ДВС.

Практическое занятие №2. Расчёт и анализ сил, действующих на детали кривошип-но-шатунного механизма ДВС.

Практическое занятие №3. Расчёт и анализ моментов, действующих на коренные и шатунные шейки коленчатого вала ДВС.

Практическое занятие №4. Расчёт и анализ сил, действующих на коренные и шатунные шейки и подшипники коленчатого вала ДВС.

Практическое занятие №5. Расчёт и анализ сил, действующих на коренные и шатунные шейки и подшипники коленчатого вала ДВС.

Практическое занятие №6. Уравновешивание одноцилиндрового ДВС.

Практическое занятие №7. Уравновешивание двухцилиндрового рядного ДВС типа R2 с помощью балансирных валов.

Практическое занятие №8. Уравновешивание трехцилиндрового рядного ДВС типа R3 с помощью балансирных валов.

3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторные работы по дисциплине не предусмотрены.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовой проект (курсовая работа) по дисциплине не предусмотрены

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

Динамика и крутильные колебания ДВС
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=1038

4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее ПО:
Операционная система Windows 7 и выше, Офисные приложения Microsoft Office.

4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для освоения дисциплины рекомендуются следующие сайты информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

http://минобрнауки.рф/ - Министерство образования и науки РФ;
http://fcior.edu.ru/ - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов;
http://fgosvo.ru/ - Портал Федеральных государственных образовательных стандартов;
http://www.consultant.ru/ - Справочная правовая система «Консультант Плюс»;
http://www.garant.ru/ - Справочная правовая система «Гарант»;
http://www.edu.ru/ - Российское образование. Федеральный портал;

http://www.opengost.ru/ - Сайт, содержащий полные тексты нормативных документов.

Перечень информационных систем:

Научная библиотека Московского политехнического университета. http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog

База данных содержит в себе 102678 учебных материалов различной направленности 1939 из которых полнотекстовые. Доступ к электронному каталогу можно получить с любого устройства, имеющим подключение к интернету.

Электронный каталог БИЦ МГУП.

http://mgup.ru/library/

Электронный каталог позволяет производить поиск по базе данных библиотеки МГУП.

ЭБС издательства «ЛАНЬ».

https://e.lanbook.com/

ЭБС «ЛАНЬ» - ресурс, предоставляющий online-доступ к научным журналам и полнотекстовым коллекциям книг различных издательств.

Доступ к ЭБС издательства «ЛАНЬ» осуществляется со всех компьютеров университета.

ЭБС «Polpred».

http://polpred.com/news

ЭБС представляет собой архив важных публикаций, собираемых вручную. База данных с рубрикатором: 53 отрасли/ 600 источников/ 9 федеральных округов РФ/ 235 стран и территорий/ главные материалы/ статьи и интервью 8000 первых лиц. Для доступа к полным текстам ЭБС с компьютеров на территории учебных корпусов университета авторизация не требуется.

«КиберЛенинка» - научная библиотека открытого доступа.

http://cyberleninka.ru/

Это научная электронная библиотека открытого доступа (Open Access).

Библиотека комплектуется научными статьями, публикациями в журналах России и ближнего зарубежья. Научные тексты, представленные в библиотеке, размещаются в интернете бесплатно, в открытом доступе. Пользователям библиотеки предоставляется возможность читать научные работы с экрана планшета, мобильного телефона и других современных мобильных устройств.

Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU».

http://elibrary.ru/defaultx.asp

Крупнейшая в России электронная библиотека научных публикаций, обладающая богатыми возможностями поиска и анализа научной информации. Библиотека интегрирована с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ) - созданным по заказу Минобрнауки РФ бесплатным общедоступным инструментом измерения публикационной активности ученых и организаций.

Реферативная и наукометрическая электронная база данных «Scopus».

https://www.scopus.com/home.uri

Индексирует не менее 20500 реферируемых научных журналов, которые издаются не менее чем 5000 издательствами и содержат не менее 47 млн. библиографических записей, из которых не менее 24 млн. включают в себя списки цитируемой литературы.

База данных «Knovel» издательства «Elsevir».

https://app.knovel.com/web/

Полнотекстовая база данных для поиска инженерной информации и поддержки принятия инженерных решений.

Доступ к электронным базам данных «Scopus» и «Knovel» осуществляется круглосуточно через сеть Интернет в режиме он-лайн по IP-адресам, используемым университетом для выхода в сеть Интернет.

Поисковые интернет-системы: Google, Yandex, Yahoo, Mail, Rambler, Bing и др.

Информационная система предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных Интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно- методической библиотеке для общего и профессионального образования. Доступ с любого компьютера, подключенного к Интернет.

5. Материально-техническое обеспечение

1) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-222 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

2) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-223 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

3) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-224 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

4) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Н-406 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

5) Комплекты мебели для учебного процесса.

6) Мультимедийное оборудование: Экран для проектора, переносной ноутбук, переносной проектор.

6. Методические рекомендации

6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

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.

Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомится с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность исодержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические

вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы и взять в библиотеке издания в твёрдой копии (необходимо иметь при себе читательский билет и уметь пользоваться электронным каталогом).

Доступ к информационным ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети «Интернет» организован в читальных залах библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.

Пользование информационными ресурсами расширяет возможности освоения теоретического курса, выполнения самостоятельной работы и позволяет получить информацию для реализации творческих образовательных технологий: выполнения реферата на заданную или самостоятельно выбранную тему в рамках тематики дисциплины.

Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и с материалами, полученными на лекционных занятиях. Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого дня изучения дисциплины и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать, перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем-консультантом и студентами, направленное на разрешение проблем и внесение позитивных изменений в деятельность студентов.

7. Фонд оценочных средств

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов предусмотрен фонд оценочных средств (ФОС), позволяющий оценить достижение запланированных результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций. Фонд оценочных средств состоит из комплектов контрольно-оценочных средств. Комплекты контрольно-оценочных средств включают в себя контрольно-оценочные материалы, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

Оценивание и контроль сформированности компетенций осуществляется с помощью текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Для этого семестр делится на три периода. По окончанию первого периода (контрольная точка 1 (КТ1)) проводится собеседование со студентами по изученному на данный момент материалу. По окончанию второго периода обучения (КТ2) проводится аналогичная процедура. Третий период заканчивается промежуточной аттестацией по всему пройдённому материалу.

Текущий контроль успеваемости студентов предназначен для повышения мотивации студентов к систематическим занятиям, оценивания степени усвоения студентами учебного материала. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение периода теоретического обучения семестра по всем видам аудиторных занятий и самостоятельной работы студента.

Текущий контроль успеваемости в процессе изучения дисциплины может проводиться по усмотрению преподавателя в форме устного собеседования или посредством прохождения тестов, размещённых в соответствующем онлайн-курсе системы дистанционного обучения Московского Политеха.

Если текущий контроль проходит в формате тестирования, то для теста характерны следующие особенности:

Объем теста- 20 тестовых заданий.

Тест имеет ограничение по времени – 25 мин. По истечении времени, вносить изменения в тест будет невозможно.

По окончанию всего теста выдается информация о том, зачтен тест или нет.

При оценке текущей успеваемости с использованием устного собеседования рекомендуются следующие критерии:

1. Знание теории (40%)

Понимание основных понятий, терминологии и закономерностей дисциплины

Способность воспроизводить и объяснять ключевые положения

2. Практические навыки (35%)

Умение применять теоретические знания для решения типовых задач

Анализ и интерпретация результатов

3. Аргументация и качество ответов (15%)

Логичность, полнота и ясность изложения

Обоснование своих решений и выводов

4. Активность и самостоятельность (10%)

Участие в обсуждениях, выполнение дополнительных заданий

Проявление инициативы в обучении

Шкала оценивания (в процентах и по пятибалльной системе)

Процент выполнения	Оценка (5-балльная)	Характеристика результата
90–100%	5 (отлично)	Отличное знание материала, высокая активность
75–89%	4 (хорошо)	Хорошее усвоение материала, незначительные недочеты
60–74%	3 (удовлетворительно)	Базовое понимание, требуется доработка отдельных вопросов
Ниже 60%	2 (неудовлетворительно)	Недостаточный уровень знаний и навыков

Для допуска к промежуточной аттестации студент должен иметь оценку не ниже «удовлетворительно» (3) по результатам текущего контроля.
В случае неудовлетворительной оценки студенту рекомендуется дополнительная подготовка и повторное прохождение контроля до установленного срока.

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются преподавателем при проведении промежуточной аттестации. Отставание студента от графика текущего контроля успеваемости по изучаемой дисциплине приводит к образованию текущей задолженности.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра. Промежуточная аттестация помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных профессиональных компетенций.

7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма аттестации: Зачёт
Система оценивания: При проведении промежуточной аттестации по дисциплине используется недифференцированная шкала оценки уровня сформированности компетенций:

Оценка	Описание уровня освоения дисциплины
Зачтено	Студент продемонстрировал достаточный уровень знаний и умений, необходимых для формирования компетенций по дисциплине. Ответы соответствуют требованиям программы, допускаются незначительные огрехи, не влияющие на общее понимание материала.
Не зачтено	Студент не продемонстрировал достаточного уровня знаний и умений, допущены существенные ошибки, отсутствует понимание ключевых понятий и/или неспособность применять знания на практике.

Критерии оценивания зачёта

Критерий	Зачтено	Не зачтено
Знание основных понятий	Студент уверенно отвечает на вопросы, демонстрируя знание ключевых понятий и терминов дисциплины	Ответы неполные, существенные пробелы в знании основных понятий
Умение применять знания	Студент способен решать типовые задачи и применять теоретические знания на практике	Студент не способен применять знания, допускает ошибки при решении практических задач
Аргументация и обоснование	Ответы логичны и обоснованы, студент может объяснить свои решения	Отсутствует логика и обоснование в ответах, ответы поверхностны или неполны

Критерий	Зачтено	Не зачтено
Общее впечатление	Ответы соответствуют требованиям программы, студент демонстрирует сформированность компетенций	Ответы не соответствуют требованиям, уровень подготовки недостаточен

7.3. Оценочные средства

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 1. Вопросы для собеседования со студентами (КТ1)

1. Перемещение поршня s; вывод зависимости s = f(φ) и её графическая интерпретация.
2. Физический смысл определений «перемещения поршня первого и второго порядка», «поправка Бригса».
3. Влияние величины кинематического параметра КШМ $\lambda = R/L$ на конструктивные и динамические параметры двигателя.
4. Скорость поршня v; вывод зависимости v = f(φ) и её графическая интерпретация.
5. Средняя скорость поршня.
6. Ускорение поршня j; вывод зависимости j = f(φ) и её графическая интерпретация.
7. Определить в аналитическом виде во сколько раз отличаются ускорения поршня при его положении соответственно в ВМТ и НМТ.
8. Какое допущение используется при определении угловой частоты вращения коленчатого вала?
9. Какие основные конструктивные схемы кривошипно-шатунных механизмов применяются в автомобильных и тракторных двигателях?
10. Чем отличаются V-образные двигатели от однорядных?
11. Какое основное отличие центрального КШМ от дезаксиального?
12. Для чего проводят кинематический анализ КШМ?
13. От чего зависит полный ход поршня? 7. Как определяется безразмерный параметр КШМ и в каких пределах он находится для современных автомобильных и тракторных двигателей?
14. Угловая скорость и угловое ускорение шатуна.
15. Почему скорость поршня представляется в виде суммы двух слагаемых первого и второго порядка?
16. При каком угле поворота кривошипа скорость поршня достигает максимального значения? Влияет ли параметр λ на величину этого угла?
17. В каком положении поршня – ВМТ или НМТ он достигает максимального ускорения?
18. При каком значении угла поворота коленчатого вала ускорение поршня достигает максимального значения?
19. Влияет ли безразмерный параметр λ на величину ускорения поршня?
20. Особенности кинематики дезаксиального КШМ.
21. Метод приведения кривошипно-шатунного механизма к динамически эквивалентной системе сосредоточенных масс.
22. Какими способами можно определить центр масс изготовленного шатуна?
23. Отличается ли приведенная масса щеки от действительной?

24. Какая часть масс кривошипно-шатунного механизма совершает вращательное движение?
25. Силы инерции, действующие в кривошипно-шатунном механизме.
26. Суммарные силы, действующие в кривошипно-шатунном механизме.
27. Почему газовые силы на режиме максимального крутящего момента превышают газовые силы на режиме максимальной частоты вращения холостого хода?
28. На каком режиме необходимо находить нагрузки на детали кривошипно-шатунного механизма?
29. Силы, действующие на шатунную шейку коленчатого вала.
30. Метод построения полярной диаграммы сил, действующих на шатунную шейку.
31. Среднее давление, действующее на шатунную шейку.
32. Силы, действующие на коренную шейку коленчатого вала.
33. Как определяют среднюю удельную нагрузку на подшипник скольжения шатунной шейки?
34. Как определяют среднюю удельную нагрузку на подшипник скольжения коренной шейки
35. Как определяется направление оси масляного отверстия для шатунной шейки?
36. Можно ли определить результирующую силу, действующую на колено вала и вызывающую изгиб шатунной шейки, по данным полярной диаграммы?
37. Чем отличаются полярные диаграммы нагрузок на шатунные шейки бензинового двигателя и дизеля?
38. Для каких режимов работы необходимо строить полярную диаграмму нагрузок на шатунную шейку?
39. Чем отличаются полярные диаграммы нагрузок на шатунную шейку на режимах максимального крутящего момента и максимальной частоты вращения холостого хода?

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 2. Вопросы для собеседования со студентами (КТ2)

1. Метод построения полярной диаграммы.
2. Метод построения диаграммы износа шейки.
3. Метод построения диаграммы суммарного крутящего момента 2-цилиндрового двигателя с использованием таблицы динамического расчета.
4. Метод построения диаграммы суммарного крутящего момента 3-цилиндрового двигателя с использованием таблицы динамического расчета
5. Метод построения диаграммы суммарного крутящего момента 4-цилиндрового двигателя с использованием таблицы динамического расчета
6. Метод построения диаграммы суммарного крутящего момента 5-цилиндрового двигателя с использованием таблицы динамического расчета
7. Полярный момент инерции для вала, ослабленного шпоночными канавками или шлицами и для полого вала при расчете крутильных колебаний
8. Приведение длин участков цилиндрического, конического валов и кривошипа при расчете крутильных колебаний при расчете крутильных колебаний.
9. Приведение вращающихся масс кривошипа при расчете крутильных колебаний

10. Система коленчатого вала двигателя в составе транспортно-силовой установки с трансмиссией
11. Частоты и формы собственных колебаний крутильной системы
12. Гармонический анализ крутящих моментов
13. Критические режимы работы двигателя
14. Фазовые (векторные) диаграммы гармоник двигателя.
15. Потери энергии при колебаниях
16. Амплитуд колебаний масс крутильной системы
17. Определение собственных частот и форм колебаний расчетной системы, состоящих из трех масс
18. Определение собственных частот и форм колебаний расчетной системы, состоящих из четырех масс
19. Определение собственных частот и форм колебаний расчетной системы, состоящих из пяти масс
20. Определение собственных частот и форм колебаний расчетной системы, состоящих из шести масс
21. Метод уменьшения числа масс приведенной системы.
22. Работа возмущающих моментов при резонансе
23. Приведение длин участка кривошипа вала
24. Работа сил сопротивления колебаний
25. Определение резонансных амплитуд
26. Определение напряжений в элементах вала от крутильных колебаний
27. Способы уменьшения амплитуд крутильных колебаний
28. Влияние крутильных колебаний системы коленчатого вала на уравновешенность работы ДВС, его показатели надежности.
29. Собственные (свободные) крутильные колебания системы.
30. Крутильная жесткость вала ДВС. Период колебания.
31. Затухающие крутильные колебания вала ДВС. Силы сопротивления кручению.
32. Вынужденные крутильные колебания.
33. Что такое коэффициент динамического усиления, или коэффициент динамичности?
34. Для чего вычисляют модуль вектора относительных амплитуд масс приведенной крутильной системы?
35. Что такое фазовая диаграмма гармоники возбуждающего момента? Как она вычисляется?
36. Для чего строится векторная диаграмма относительных амплитуд масс крутильно-колеблющейся системы?
37. Вынужденные крутильные колебания с затуханием.
38. Расчетное и экспериментальное определение напряжений в валу при резонансе
39. Нахождение разностей фаз для 6-цилиндрового 4-тактного двигателя с порядком работы цилиндров 1-5-3-6-2-4.
40. Нахождение разностей фаз для 6-цилиндрового 4-тактного двигателя с порядком работы цилиндров 1-3-5-6-4-2.
41. Нахождение разностей фаз для 4-цилиндрового 4-тактного двигателя с порядком работы цилиндров 1-3-4-2.

42. Нахождение разностей фаз для 6-цилиндрового 4-тактного двигателя с порядком работы цилиндров 1-4-2-6-3-5.
43. Нахождение разностей фаз для 4-цилиндрового 4-тактного двигателя с порядком работы цилиндров 1-3-4-2.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации студентов (оценка знаний, умений, навыков-компетенций:

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ПК-1, на промежуточной аттестации оцениваются ответы на приведенные вопросы:

1. Перемещение поршня s; вывод зависимости s = f(φ) и её графическая интерпретация.
2. Физический смысл определений «перемещения поршня первого и второго порядка», «поправка Бригса».
3. Влияние величины кинематического параметра КШМ λ = R/L на конструктивные и динамические параметры двигателя.
4. Скорость поршня v; вывод зависимости v = f(φ) и её графическая интерпретация.
5. Средняя скорость поршня.
6. Ускорение поршня j; вывод зависимости j = f(φ) и её графическая интерпретация.
7. Определить в аналитическом виде во сколько раз отличаются ускорения поршня при его положении соответственно в ВМТ и НМТ.
8. Какое допущение используется при определении угловой частоты вращения коленчатого вала?
9. Какие основные конструктивные схемы кривошипно-шатунных механизмов применяются в автомобильных и тракторных двигателях?
10. Чем отличаются V-образные двигатели от однорядных?
11. Какое основное отличие центрального КШМ от дезаксиального?
12. Для чего проводят кинематический анализ КШМ?
13. От чего зависит полный ход поршня? 7. Как определяется безразмерный параметр КШМ и в каких пределах он находится для современных автомобильных и тракторных двигателей?
14. Угловая скорость и угловое ускорение шатуна.
15. Почему скорость поршня представляется в виде суммы двух слагаемых первого и второго порядка?
16. При каком угле поворота кривошипа скорость поршня достигает максимального значения? Влияет ли параметр λ на величину этого угла?
17. В каком положении поршня – ВМТ или НМТ он достигает максимального ускорения?
18. При каком значении угла поворота коленчатого вала ускорение поршня достигает максимального значения?
19. Влияет ли безразмерный параметр λ на величину ускорения поршня?
20. Особенности кинематики дезаксиального КШМ.
21. Метод приведения кривошипно-шатунного механизма к динамически эквивалентной системе сосредоточенных масс.
22. Какими способами можно определить центр масс изготовленного шатуна?
23. Отличается ли приведенная масса щеки от действительной?
24. Какая часть масс кривошипно-шатунного механизма совершает вращательное движение?
25. Силы инерции, действующие в кривошипно-шатунном механизме.

26. Суммарные силы, действующие в кривошипно-шатунном механизме.
27. Почему газовые силы на режиме максимального крутящего момента превышают газовые силы на режиме максимальной частоты вращения холостого хода?
28. На каком режиме необходимо находить нагрузки на детали кривошипно-шатунного механизма?
29. Силы, действующие на шатунную шейку коленчатого вала.
30. Метод построения полярной диаграммы сил, действующих на шатунную шейку.
31. Среднее давление, действующее на шатунную шейку.
32. Силы, действующие на коренную шейку коленчатого вала.
33. Как определяют среднюю удельную нагрузку на подшипник скольжения шатунной шейки?
34. Как определяют среднюю удельную нагрузку на подшипник скольжения коренной шейки
35. Как определяется направление оси масляного отверстия для шатунной шейки?
36. Можно ли определить результирующую силу, действующую на колено вала и вызывающую изгиб шатунной шейки, по данным полярной диаграммы?
37. Чем отличаются полярные диаграммы нагрузок на шатунные шейки бензинового двигателя и дизеля?
38. Для каких режимов работы необходимо строить полярную диаграмму нагрузок на шатунную шейку?
39. Чем отличаются полярные диаграммы нагрузок на шатунную шейку на режимах максимального крутящего момента и максимальной частоты вращения холостого хода?
40. Метод построения полярной диаграммы.
41. Метод построения диаграммы износа шейки.
42. Метод построения диаграммы суммарного крутящего момента 2-цилиндрового двигателя с использованием таблицы динамического расчета.
43. Метод построения диаграммы суммарного крутящего момента 3-цилиндрового двигателя с использованием таблицы динамического расчета
44. Метод построения диаграммы суммарного крутящего момента 4-цилиндрового двигателя с использованием таблицы динамического расчета
45. Метод построения диаграммы суммарного крутящего момента 5-цилиндрового двигателя с использованием таблицы динамического расчета
46. Полярный момент инерции для вала, ослабленного шпоночными канавками или шлицами и для полого вала при расчете крутильных колебаний
47. Приведение длин участков цилиндрического, конического валов и кривошипа при расчете крутильных колебаний при расчете крутильных колебаний.
48. Приведение вращающихся масс кривошипа при расчете крутильных колебаний
49. Система коленчатого вала двигателя в составе транспортно-силовой установки с трансмиссией
50. Частоты и формы собственных колебаний крутильной системы
51. Гармонический анализ крутящих моментов
52. Критические режимы работы двигателя
53. Фазовые (векторные) диаграммы гармоник двигателя.
54. Потери энергии при колебаниях

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ПК-2, на промежуточной аттестации оцениваются ответы на приведенные вопросы:

55. Амплитуд колебаний масс крутильной системы
56. Определение собственных частот и форм колебаний расчетной системы, состоящих из трех масс
57. Определение собственных частот и форм колебаний расчетной системы, состоящих из четырех масс
58. Определение собственных частот и форм колебаний расчетной системы, состоящих из пяти масс
59. Определение собственных частот и форм колебаний расчетной системы, состоящих из шести масс
60. Метод уменьшения числа масс приведенной системы.
61. Работа возмущающих моментов при резонансе
62. Приведение длин участка кривошипа вала
63. Работа сил сопротивления колебаний
64. Определение резонансных амплитуд
65. Определение напряжений в элементах вала от крутильных колебаний
66. Способы уменьшения амплитуд крутильных колебаний
67. Влияние крутильных колебаний системы коленчатого вала на уравновешенность работы ДВС, его показатели надежности.
68. Собственные (свободные) крутильные колебания системы.
69. Крутильная жесткость вала ДВС. Период колебания.
70. Затухающие крутильные колебания вала ДВС. Силы сопротивления кручению.
71. Вынужденные крутильные колебания.
72. Что такое коэффициент динамического усиления, или коэффициент динамичности?
73. Для чего вычисляют модуль вектора относительных амплитуд масс приведенной крутильной системы?
74. Что такое фазовая диаграмма гармоники возбуждающего момента? Как она вычисляется?
75. Для чего строится векторная диаграмма относительных амплитуд масс крутильно-колеблющейся системы?
76. Вынужденные крутильные колебания с затуханием.
77. Расчетное и экспериментальное определение напряжений в валу при резонансе
78. Нахождение разностей фаз для 6-цилиндрового 4-тактного двигателя с порядком работы цилиндров 1-5-3-6-2-4.
79. Нахождение разностей фаз для 6-цилиндрового 4-тактного двигателя с порядком работы цилиндров 1-3-5-6-4-2.
80. Нахождение разностей фаз для 4-цилиндрового 4-тактного двигателя с порядком работы цилиндров 1-3-4-2.
81. Нахождение разностей фаз для 6-цилиндрового 4-тактного двигателя с порядком работы цилиндров 1-4-2-6-3-5.
82. Нахождение разностей фаз для 4-цилиндрового 4-тактного двигателя с порядком работы цилиндров 1-3-4-2.
83. Уравнение вынужденных крутильных колебаний с учетом сил сопротивлений.
84. Приведение крутильной системы коленчатого вала.
85. Эквивалентная или приведенная система коленчатого вала.
86. Определение приведенной длины коленчатого вала. Определение моментов инерции приведенных масс.
87. Метод уменьшения числа масс приведенной системы.

88. Процедура разложения в ряд Фурье периодической функции.
89. Применение гармонических анализаторов Мадера, Генрици-Конради и логарифмического анализатора М. Г. Серебренникова.
90. Резонансные режимы работы двигателя.
91. Понятие критической частоты вращения вала ДВС.
92. Сопротивления крутильным колебаниям вала ДВС.
93. Диссипация энергии крутильных колебаний.
94. Понятие эквивалентного коэффициента демпфирования.
95. Расчетное и экспериментальное определение напряжений в валу при резонансе.
96. Способы уменьшения крутильных колебаний.
97. Демпферы крутильных колебаний.
98. Коэффициент демпфирования.
99. Влияет ли на величину амплитуды крутильных колебаний скорость прохода через резонанс?
100. Как можно определить скорость прохода через резонанс?
101. Где должен располагаться резонансный режим?
102. От чего зависит величина рассеиваемой энергии при резонансе
103. Конструктивные меры уменьшения колебаний.
104. Применение демпферов крутильных колебаний: маятникового гасителя, демпферов сухого и жидкостного трения.
105. В каком сечении коленчатого вала касательные напряжения принимают максимальное значение?
106. Крутильные колебания коленчатого вала.
107. Собственные крутильные колебания с одной массой.
108. Затухающие крутильные колебания.
109. Вынужденные крутильные колебания вала с одной массой.
110. Собственные и вынужденные крутильные колебания в двигателях.
111. Вынужденные крутильные колебания с затуханием.
112. Возникновение собственных и вынужденных крутильных колебаний в двигателях.
113. Приведение крутильной системы коленчатого вала.
114. Определение приведенной длины коленчатого вала.
115. Определение моментов инерции приведенных масс.
116. Собственные крутильные колебания приведенной системы.
117. Система вала с двумя массами.
118. Система вала с тремя массами.
119. Система вала со многими массами.
120. Уменьшение числа масс приведенной системы.
121. Гармонический анализ.
122. Резонансные режимы работы двигателя.
123. Сопротивления крутильным колебаниям системы коленчатого вала.
124. Определение напряжений в валу при резонансе.
125. Способы уменьшения крутильных колебаний в системах коленчатых валов.