

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



Утверждаю

Первый заместитель директора
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Динамика двигателей Б1.В.03

Направление подготовки: 13.03.03 - Энергетическое машиностроение

Профиль подготовки: Двигатели внутреннего сгорания

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Автор(ы): Хлюпин В.Б.

Рецензент(ы): Цыбунов Э.Н.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Валеев Д. Х.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Учебно-методическая комиссия Высшей инженерной школы (Автомобильное отделение) (Набережночелнинский институт (филиал)):

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 20__ г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
 - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
 - 7.1. Основная литература
 - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

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

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-14	Способен разработать конструкции автотракторных средств и их компонентов
ПК-7	Готов разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках

Должен уметь:

- применять методы графического представления объектов энергетического машиностроения, схем и систем
 - принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения

Должен владеть:

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

Должен демонстрировать способность и готовность:

- способность принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов энергетического машиностроения
 - готовность разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.03 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.03 "Энергетическое машиностроение (Двигатели внутреннего сгорания)" и относится к вариативной части.

Осваивается на 3, 4 курсах в 5, 6, 7 семестрах.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных(ые) единиц(ы) на 324 часа(ов).

Контактная работа - 126 часа(ов), в том числе лекции - 54 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 72 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 162 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 5 семестре; зачет в 6 семестре; экзамен в 7 семестре.

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

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

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Кинематика кривошипно-шатунных механизмов.	5	2	0	4	18
2.	Тема 2. Динамика КШМ. Приведение масс КШМ.	5	6	0	8	18
3.	Тема 3. Силы, действующие в КШМ.	5	6	0	4	18
4.	Тема 4. Равномерность хода двигателя и расчет маховика.	5	4	0	2	18
5.	Тема 5. Уравновешивание двигателей.	6	6	0	10	16
6.	Тема 6. Основы теории колебаний.	6	4	0	8	16
7.	Тема 7. Крутильные колебания коленчатых валов.	6	6	0	10	14
8.	Тема 8. Определение напряжений при крутильных колебаниях.	6	2	0	8	8
9.	Тема 9. Демпферы крутильных колебаний.	7	6	0	6	12
10.	Тема 10. Численные методы теории колебаний и удара.	7	6	0	6	12
11.	Тема 11. Свободные и вынужденные колебания в системах.	7	6	0	6	12
	Итого		54	0	72	162

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Кинематика кривошипно-шатунных механизмов.

Предмет и задачи курса. Рекомендуемая литература. Основные определения и постановка задачи по кинематике КШМ. Кинематика аксиального механизма. Расчетная схема. Вывод уравнений перемещения скорости и ускорения поршня в функции угла поворота кривошипа. Влияние размеров звеньев КШМ изменения отношения радиуса кривошипа к длине шатуна и частоты вращения двигателя на его кинематические параметры.

Тема 2. Динамика КШМ. Приведение масс КШМ.

Приведение шатуна к эквивалентной системе - двухмассовая система. Схема системы.

Приведение шатуна к эквивалентной системе - трехмассовая система. Приведение вращающихся масс коленчатого вала к эквивалентной системе. Схема системы. Приведение возвратно-поступательно движущихся масс. Схема системы.

Тема 3. Силы, действующие в КШМ.

Расчетная схема и принятые допущения. Силы инерции КШМ. Суммарные силы давления газов и инерции. Силы, действующие в КШМ. Нагрузки на шатунную шейку, полярная диаграмма нагрузок и диаграмма условного износа. Нагрузки на коренные шейки. Набегающие крутящие моменты и крутящий момент двигателя.

Тема 4. Равномерность хода двигателя и расчет маховика.

Равномерность крутящего момента и равномерность хода двигателя. Условия

равновесия. Момент сил внешнего сопротивления. Вывод уравнения степени неравномерности хода двигателя в функции избыточной работы крутящего момента.

Влияние приведенного момента инерции двигателя и числа цилиндров на его равномерность хода, приемистость и условия пуска.

Тема 5. Уравновешивание двигателей.

Основные положения, условия уравновешенности поршневых двигателей.

Уравновешивание вращающихся масс. Силы инерции 1-го и 2-го порядка, уравновешивание возвратно-поступательно движущихся масс - схема Ланчестера. Уравновешивание 2-х цилиндровых двигателей. Уравновешивание 3-х цилиндрового двигателя. Уравновешивание 4-х, 6-ти, 8-ми цилиндровых двигателей. Влияние динамической уравновешенности на нагруженность коренных подшипников. Определение размеров противовесов. Теоретическая и действительная уравновешенность двигателя.

Тема 6. Основы теории колебаний.

Основные понятия основ теории колебаний. Приведение крутильной системы коленчатого вала к "эквивалентной" системе. Условия приведения к эквивалентной системе. Свободные крутильные колебания многомассовой системы. Практический гармонический анализ, приближенное определение коэффициентов ряда Фурье.

Тема 7. Крутильные колебания коленчатых валов.

Определение напряжений при крутильных колебаниях Свободные крутильные колебания многомассовой системы. Практический гармонический анализ, приближенное определение коэффициентов ряда Фурье.

Вынужденные крутильные колебания многомассовой системы. Резонанс крутильных ко-лебаний. Сопротивление крутильным колебаниям, рассеяние энергии, гистерезисные потери. Ко-лебания при наличии демпфирования. .

Тема 8. Определение напряжений при крутильных колебаниях.

Определение напряжений при крутильных колебаниях Свободные крутильные колебания многомассовой системы. Практический гармонический анализ, приближенное определение коэффициентов ряда Фурье.

Вынужденные крутильные колебания многомассовой системы. Резонанс крутильных ко-лебаний. Сопротивление крутильным колебаниям, рассеяние энергии, гистерезисные потери. Ко-лебания при наличии демпфирования.

Тема 9. Демпферы крутильных колебаний.

Определение напряжений при крутильных колебаниях Свободные крутильные колебания многомассовой системы. Практический гармонический анализ, приближенное определение коэффициентов ряда Фурье.

Вынужденные крутильные колебания многомассовой системы. Резонанс крутильных ко-лебаний. Сопротивление крутильным колебаниям, рассеяние энергии, гистерезисные потери. Ко-лебания при наличии демпфирования.

Тема 10. Численные методы теории колебаний и удара.

Определение напряжений при крутильных колебаниях Свободные крутильные колебания многомассовой системы. Практический гармонический анализ, приближенное определение коэффициентов ряда Фурье.

Вынужденные крутильные колебания многомассовой системы. Резонанс крутильных ко-лебаний. Сопротивление крутильным колебаниям, рассеяние энергии, гистерезисные потери. Ко-лебания при наличии демпфирования.

Тема 11. Свободные и вынужденные колебания в системах.

Определение напряжений при крутильных колебаниях Свободные крутильные колебания многомассовой системы. Практический гармонический анализ, приближенное определение коэффициентов ряда Фурье.

Вынужденные крутильные колебания многомассовой системы. Резонанс крутильных ко-лебаний. Сопротивление крутильным колебаниям, рассеяние энергии, гистерезисные потери. Ко-лебания при наличии демпфирования.

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

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

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

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

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

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

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

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 5			
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ПК-14	1. Введение. Кинематика кривошипно-шатунных механизмов.
2	Лабораторные работы	ПК-7	2. Динамика КШМ.Приведение масс КШМ.
3	Лабораторные работы	ПК-14	3. Силы, действующие в КШМ. 4. Равномерность хода двигателя и расчет маховика.
	Зачет	ПК-14, ПК-7	
Семестр 6			
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ПК-14	5. Уравновешивание двигателей.
2	Лабораторные работы	ПК-7	6. Основы теории колебаний.
3	Лабораторные работы	ПК-7	7. Крутильные колебания коленчатых валов. 8. Определение напряжений при крутильных колебаниях.
	Зачет	ПК-14, ПК-7	
Семестр 7			
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ПК-7	9. Демпферы крутильных колебаний.
2	Лабораторные работы	ПК-14	10. Численные методы теории колебаний и удара.
3	Лабораторные работы	ПК-14	11. Свободные и вынужденные колебания в системах.
	Экзамен	ПК-14, ПК-7	

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

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 5					
Текущий контроль					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1
					2
					3
	Зачтено		Не зачтено		
Зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		
Семестр 6					
Текущий контроль					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1
					2
					3
	Зачтено		Не зачтено		
Зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		
Семестр 7					
Текущий контроль					

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

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

Семестр 5

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Тема 1

Основные определения и постановка задачи по кинематике КШМ. Кинематика аксиального механизма. Расчетная схема. Вывод уравнений перемещения, скорости и ускорения поршня в функции угла поворота кривошипа. Влияние размеров звеньев КШМ (отношения радиуса кривошипа к длине шатуна) и частоты вращения двигателя на его кинематические параметры. Вывод приближенных уравнений перемещения, скорости и ускорения поршня. 1-ый и 2-ой порядок кинематических параметров.

Кинематика дезаксиального КШМ. Расчетная схема. Вывод уравнений перемещения, скорости и ускорения поршня в функции угла поворота коленчатого вала. Сравнительный анализ аксиального и дезаксиального механизмов.

Вопросы:

1. Кинематика аксиального КШМ.
2. Кинематика дезаксиального КШМ.

3. Уравновешенные и неуравновешенные силы, действующие в поршневом двигателе.
4. Теоретическая и действительная уравновешенность двигателя.
5. Приведение массы шатуна к двух-массовой системе. Условия приведения.
6. Приведение массы шатуна к трех-массовой системе. Условия приведения.
7. Приведение вращающихся масс КШМ. Условия приведения.
8. Силы, действующие в КШМ.
9. Силы инерции 1-ого и 2-ого порядка.
10. Кинематика аксиального механизма. Расчетная схема. Вывод уравнений перемещения, скорости и ускорения поршня в функции угла поворота кривошипа.
11. Влияние размеров звеньев КШМ (отношения радиуса кривошипа к длине шатуна) и частоты вращения двигателя на его кинематические параметры.

2. Лабораторные работы

Тема 2

Приведение шатуна к эквивалентной системе - двух- и трехмассовая система. Приведение вращающихся масс к эквивалентной системе. Приведение возвратно- поступательно движущихся масс. Силы инерции КШМ. Суммарные силы давления газов и инерции. Силы, действующие в КШМ. Нагрузки на шатунную шейку, полярная диаграмма нагрузок и диаграмма условного износа. Нагрузки на коренные шейки. Набегающие крутящие моменты и крутящий момент двигателя.

Вопросы:

1. Вывод приближенных уравнений перемещения, скорости и ускорения поршня. 1-ый и 2-ой порядок кинематических параметров.
2. Приведение шатуна к эквивалентной системе - двух- и трехмассовая система.
3. Приведение вращающихся масс к эквивалентной системе.
4. Приведение возвратно- поступательно движущихся масс.
5. Силы инерции КШМ.
6. Суммарные силы давления газов и инерции.
7. Силы, действующие в КШМ.
8. Приведение массы шатуна к трех-массовой системе. Условия приведения.
9. Приведение вращающихся масс КШМ. Условия приведения.
10. Силы, действующие в КШМ.

3. Лабораторные работы

Темы 3, 4

Равномерность крутящего момента и равномерность хода двигателя. Условия равновесия. Момент сил внешнего сопротивления. Вывод уравнения степени неравномерности хода двигателя в функции избыточной работы крутящего момента. Влияние приведенного момента инерции двигателя и числа цилиндров на его равномерность хода, приемистость и условия пуска.

Вопросы:

1. От чего зависит равномерность хода двигателя?
2. Что такое коэффициент неравномерности хода двигателя?
3. Для чего необходим маховик?
4. В заключается расчет маховика?
5. Вывод уравнения степени неравномерности хода двигателя в функции избыточной работы крутящего момента.
6. Приведение массы шатуна к трех-массовой системе. Условия приведения.
7. Приведение вращающихся масс КШМ. Условия приведения.
8. Силы, действующие в КШМ.
9. Силы инерции 1-ого и 2-ого порядка.
10. Кинематика аксиального механизма. Расчетная схема. Вывод уравнений перемещения, скорости и ускорения поршня в функции угла поворота кривошипа.
11. Влияние размеров звеньев КШМ (отношения радиуса кривошипа к длине шатуна) и частоты вращения двигателя на его кинематические параметры.

Зачет

Вопросы к зачету:

1. Кинематика аксиального КШМ.
2. Кинематика дезаксиального КШМ.
3. Уравновешенные и неуравновешенные силы, действующие в поршневом двигателе.
4. Теоретическая и действительная уравновешенность двигателя.
5. Приведение массы шатуна к двух-массовой системе. Условия приведения.
6. Приведение массы шатуна к трех-массовой системе. Условия приведения.
7. Приведение вращающихся масс КШМ. Условия приведения.
8. Силы, действующие в КШМ.
9. Силы инерции 1-ого и 2-ого порядка.

10. Кинематика аксиального механизма. Расчетная схема. Вывод уравнений перемещения, скорости и ускорения поршня в функции угла поворота кривошипа.
11. Влияние размеров звеньев КШМ (отношения радиуса кривошипа к длине шатуна) и частоты вращения двигателя на его кинематические параметры.
12. Вывод приближенных уравнений перемещения, скорости и ускорения поршня. 1-ый и 2-ой порядок кинематических параметров.
13. Приведение шатуна к эквивалентной системе - двух- и трехмассовая система.
14. Приведение вращающихся масс к эквивалентной системе.
15. Приведение возвратно- поступательно движущихся масс.
16. Силы инерции КШМ.
17. Суммарные силы давления газов и инерции.
18. Силы, действующие в КШМ.
19. Нагрузки на шатунную шейку, полярная диаграмма нагрузок и диаграмма условного износа.
20. Равномерность крутящего момента и равномерность хода двигателя. Условия равновесия. Момент сил внешнего сопротивления.
21. Вывод уравнения степени неравномерности хода двигателя в функции избыточной работы крутящего момента.

Семестр 6

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Тема 5

Расчетные исследования уравновешенности различных типов ДВС. Силы инерции 1-го и 2-го порядка, уравновешивание возвратно-поступательно движущихся масс - схема Ланчестера. Уравновешивание 2-х цилиндрических двигателей. Уравновешивание 3-х цилиндрического двигателя. Уравновешивание 4-х, 6-ти, 8-ми цилиндрических двигателей. Влияние динамической уравновешенности на нагруженность коренных подшипников. Определение размеров противовесов. Теоретическая и действительная уравновешенность двигателя.

Вопросы:

1. Приведите схему Ланчестера.
2. Когда используется схема Ланчестера.
3. Условие уравновешенности двигателей.
4. Какие двигатели считаются полностью уравновешенными.
5. Откуда появляются силы инерции 1 и 2 порядков.

2. Лабораторные работы

Тема 6

Системы с одной степенью свободы. Свободные колебания.

Дифференциальные уравнения колебаний линейной системы с одной степенью свободы. Вынужденные колебания при гармоническом возбуждении. Биения. Основы виброзащиты

Введение в теорию механического удара.

Виды ударных воздействий в технике и технологии. Классификация Аппеля

Вопросы:

1. Какие колебания существуют в технике
2. Что такое резонанс
3. Схема колебательного контура
4. Влияет ли сила тяжести на колебания
5. что такое жесткость пружины

3. Лабораторные работы

Темы 7, 8

Основные понятия. Приведение крутильной системы коленчатого вала к эквивалентной? условия приведения.

Свободные крутильные колебания многомассовой системы. Практический гармонический анализ, приближенное определение коэффициентов ряда Фурье.

Вынужденные крутильные колебания многомассовой системы. Резонанс крутильных колебаний. Сопротивление крутильным колебаниям, рассеяние энергии, гистерезисные потери. Колебания при наличии демпфирования.

Вопросы:

1. Приведите дифференциальное уравнение свободных крутильных колебаний системы с тремя массами.
2. Приведите схему одноузловых и двух узловых крутильных колебаний.
3. Что называется узлом крутильных колебаний и приведите его свойства.
4. Что называется низшей и высшей формой колебаний?
5. Приведите дифференциальную систему уравнений для свободных крутильных колебаний многомассовой крутильной системы.

Зачет

Вопросы к зачету:

1. Уравновешенный двигатель: определение, условия уравновешенности.

2. Схема Ланчестера для уравнивания одноцилиндрового двигателя.
3. Уравнивание 2-цилиндровых двигателей с плоским коленчатым валом. .
4. Уравнивание 3-цилиндровых двигателей.
5. Уравнивание V-образных 2-цилиндровых двигателей с одним общим кривошипом.
6. Уравнивание 4-цилиндровых рядных двигателей.
7. Уравнивание 6-цилиндровых рядных двигателей.
8. Крутящий момент двигателя. Набегающие крутящие моменты на коренных и шатунных шейках.
9. Равномерность крутящего момента и равномерность хода двигателя.
10. Собственные и вынужденные колебания. внутреннее и внешнее сопротивление.
11. Приведение крутильной системы к динамически эквивалентной.
12. Гармонический анализ крутильных колебаний.
13. Резонансные режимы работы ДВС.
14. Уравнивание сил и моментов инерции вращающихся масс. Статическая и динамическая уравниваемость.
15. Динамика перекадки поршня.
16. Мероприятия по снижению напряжений скручивания.
17. Силы, действующие на шатунные шейки. Диаграмма условного износа.
18. Приведение крутильной системы к динамически эквивалентной.
19. Свободные колебания системы вала со многими массами.

Семестр 7

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Тема 9

Основные понятия. Виды демпферов крутильных колебаний коленчатых валов. Жидкостные, резиновые, маятниковые демпферы. Влияние демпферов на крутильные колебания.

Вопросы:

1. Что такое демпфер?
2. Что такое гаситель крутильных колебаний?
3. К чему может привести отсутствие демпфера?
4. Где устанавливается демпфер?
5. Какие виды демпферов существуют?
6. Колебания систем с конечным числом степеней свободы.
7. Уравнения движения.
8. Определение частот и форм свободных колебаний.
9. Примеры расчета частот и форм собственных колебаний.
10. Колебания стержней с распределенной массой.

2. Лабораторные работы

Тема 10

Вынужденные колебания при произвольном возбуждении. Вынужденные колебания при синусоидальном импульсе. Колебания систем с конечным числом степеней свободы. Уравнения движения. Определение частот и форм свободных колебаний. Примеры расчета частот и форм собственных колебаний.

Колебания стержней с распределенной массой. Продольные и крутильные колебания стержней, поперечные колебания струн. Изгибные колебания прямых стержней.

Вопросы:

1. Случайные колебания. Случайные функции. Воздействие случайной стационарной нагрузки на линейную колебательную систему.
2. Примеры расчета случайных колебаний.
3. Ударное взаимодействие механических систем.
4. Теория Герца.
5. Теория соударения упругих систем, учитывающая местные и общие их деформации.
6. Колебания систем с конечным числом степеней свободы.
7. Уравнения движения.
8. Определение частот и форм свободных колебаний.
9. Примеры расчета частот и форм собственных колебаний.
10. Колебания стержней с распределенной массой.

3. Лабораторные работы

Тема 11

Колебания систем с одной степенью свободы. Расчетные схемы и уравнения движения.

Свободные колебания линейной консервативной системы. Вынужденные колебания линейной системы без трения. Затухание свободных колебаний

Вопросы:

1. Объясните причины возникновения малых колебаний механической системы.
2. Под действием, каких сил совершаются малые колебания механической системы?
3. Что такое коэффициент жёсткости?
4. Как вычисляется эквивалентный коэффициент жёсткости при последовательном и параллельном соединении нескольких пружин?
5. Назовите типы колебательных механических систем?
6. Колебания систем с конечным числом степеней свободы.
7. Уравнения движения.
8. Определение частот и форм свободных колебаний.
9. Примеры расчета частот и форм собственных колебаний.
10. Колебания стержней с распределенной массой.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Колебания систем с одной степенью свободы.
2. Расчетные схемы и уравнения движения.
3. Свободные колебания линейной консервативной системы.
4. Вынужденные колебания линейной системы без трения.
5. Затухание свободных колебаний
6. Колебания систем с конечным числом степеней свободы.
7. Уравнения движения.
8. Определение частот и форм свободных колебаний.
9. Примеры расчета частот и форм собственных колебаний.
10. Колебания стержней с распределенной массой.
11. Продольные и крутильные колебания стержней, поперечные колебания струн.
12. Изгибные колебания прямых стержней.
13. Приближенные и численные методы расчета колебаний.
14. Простейшие приближенные формулы для оценки низшей собственной частоты.
15. Метод Рэлея ? Ритца.
16. Прямая дискретизация систем с распределенной массой.
17. Метод конечных элементов.
18. Метод последовательных приближений.
19. Колебания пластин и оболочек.
20. Уравнение движения пластины постоянной толщины
21. Демпферы крутильных колебаний.

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

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

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 5			
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	20
		2	20
		3	10

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
Семестр 6			
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	20
		2	20
		3	10
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
Семестр 7			
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	20
		2	20
		3	10
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Никишин В. Н. Прикладная теория колебаний в автомобиле- и двигателестроении [Текст] : учебное пособие / В. Н. Никишин ; Камская гос. инж.-эконом. акад. - Набережные Челны : [Изд-во Камской инж.-эконом. акад.], 2012 . 325 с. : ил. Гриф УМО . Библиогр.: с. 318-319. ISBN 978-5-9536-0237-2 (кафедра А,АДиД, 100 экз.)
2. Чернов К.В. Тепловые двигатели: конспект лекций / К.В. Чернов, В. Б. Хлюпин ; Камская гос. инж.-эконом. акад. Набережные Челны : [Изд-во Камской гос. инж.-эконом. акад.], 2009 . 168 с. : ил. Прил.: с. 75-84 (кафедра А,АДиД, 100 экз.)
3. Конструирование двигателей внутреннего сгорания [Электронный ресурс]: учебник / Н. Д. Чайнов [и др.] ; под ред. Н. Д. Чайнова. - Москва : Машиностроение, 2011. - 496 с. : ил. ; 23 см. - (Для вузов). - Библиогр.: с. 484 (9 назв.). - Предм. указ.: с. 485-489-ISBN 978-5-94275-575-1.. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65697.

7.2. Дополнительная литература:

1. Гоц А.Н. Кинематика и динамика кривошипно-шатунного механизма поршневых двигателей [Электронный ресурс]: учебное пособие:/ А.Н. Гоц. - Москва: Форум, 2015. 384 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=474612>
2. Павленко А. П. Аналитические и численные методы прочностного анализа и проектирования автомобильных конструкций [Текст] : учебное пособие для вузов / А. П. Павленко, В. Н. Никишин ; Казанский федеральный ун-т, Набережночелнинский ин-т. - Казань : Изд-во Казан. ун-та, 2015 . 130 с. Гриф УМО .Библиогр.: с. 128-129.(кафедра А,АДиД, 100 экз.)

3. Электронные системы управления работой дизельных двигателей : учеб. пособие / М.Ю. Карелина [и др.] ; под ред. С.И. Головина. - Москва : ИНФРА-М, 2019. - 160 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN . - ISBN 978-5-16-012067-6. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1035790>

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

Казанский (Приволжский) Федеральный университет - www.kpfu.ru

Технический журнал "Автомобильная промышленность" - www.mashin.ru/eshop/journals/avtomobilnaya_promyshlennost

Технический журнал "Вестник машиностроения" - www.mashin.ru/eshop/journals/vestnik_mashinostroeniya

ЭБС ZNANIUM.COM - <http://znanium.com>

ЭБС Издательства Лань - <http://e.lanbook.com>

ЭБС Консультант студента - www.studentlibrary.ru

ЭБС Университетская библиотека online - <http://biblioclub.ru>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	<p>В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. производителей автомобилей.</p> <p>В процессе обучения студенты выполняют самостоятельную учебную и учебно-исследовательскую работу, проходят практику на ведущих предприятиях Закамского региона Татарстана: автомобильных заводах и научно-техническом центре ОАО КАМАЗ, ОАО ?РИАТ? и других, что позволяет закрепить полученные навыки и заявить о себе, как перспективном молодом специалисте. Востребованность специалистов по проектированию ДВС в настоящее время весьма высока.</p> <p>При выполнении обзора учебных и научных источников, выполнении расчетов и подготовке выводов и рекомендаций по итогам самостоятельного исследования студенту следует пользоваться теми методами, которые рекомендованы на лекциях по дисциплине ?Динамика ДВС? и в учебной литературе, а также теми расчетными данными, которыми пользуются на заводе или исследовательском учреждении, где студент был на практике. При необходимости нужно расширить методику расчета данными, отсутствующими в перечисленных источниках. При подготовке учебно-исследовательских работ, докладов на студенческих научно-технических конференциях студент должен согласовать с преподавателем выбранные методы расчета и использованные им источники получения информации.</p>
лабораторные работы	<p>Для подготовки к занятиям рекомендуется обращать внимание на проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторами могут быть даны различные оценки. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	<p>В ходе самостоятельной работы необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.</p> <p>Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на семинар. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращаться за методической помощью к преподавателю.</p> <p>Составить план-конспект своего выступления. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью.</p> <p>Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы.</p>
зачет	<p>При подготовке к зачету необходимо опираться прежде всего на лекции, а также на источники, которые разбирались на лабораторных занятиях в течение семестра. Также не следует бояться дополнительных вопросов. Они свидетельствуют не о стремлении помешать студенту отвечать, или "завалить" его, а, скорее всего, о наличии каких-либо недочетов в ответе, которые необходимо устранить, чтобы получить положительную, или более высокую оценку.</p>
экзамен	<p>При подготовке к экзамену необходимо опираться прежде всего на лекции, а также на источники, которые разбирались на практических занятиях в течение семестра. На черновике, выданном для подготовки к ответу желательно записать свою фамилию, число и группу. Также не следует бояться дополнительных вопросов. Они свидетельствуют не о стремлении помешать студенту отвечать, или "завалить" его, а, скорее всего, о наличии каких-либо недочетов в ответе, которые необходимо устранить, чтобы получить положительную, или более высокую оценку.</p>

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

Освоение дисциплины "Динамика двигателей" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен обучающимся. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

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

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

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

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

Освоение дисциплины "Динамика двигателей" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

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

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

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

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