

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

Моделирование теплового и напряженно-деформированного состояния деталей двигателей внутреннего сгорания

Направление подготовки: 13.04.03 - Энергетическое машиностроение

Профиль подготовки: Двигатели внутреннего сгорания

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

## Содержание

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

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

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

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

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2	способность использовать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках, методов расчетного анализа объектов профессиональной деятельности
ПК-3	способность использовать современные технологии проектирования для разработки конкурентоспособных энергетических установок с прогрессивными показателями качества

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен демонстрировать способность и готовность:

способность и готовность использовать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках, методов расчетного анализа объектов профессиональной деятельности

способность и готовность использовать современные технологии проектирования для разработки конкурентоспособных энергетических установок с прогрессивными показателями качества

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ОД.3 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.04.03 "Энергетическое машиностроение (Двигатели внутреннего сгорания)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

### 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 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 44 часа(ов), в том числе лекции - 8 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 64 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 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.	1	1	4	0	8
2.	Тема 2. Обыкновенные дифференциальные уравнения.	1	1	5	0	8
3.	Тема 3. Задачи анализа теплового состояния деталей ДВС.	1	1	5	0	8
4.	Тема 4. Уравнения движения рабочих сред в элементах ДВС.	1	1	5	0	8

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Основы теории упругости и пластичности.	1	1	5	0	8
6.	Тема 6. Метод конечных элементов.	1	1	4	0	8
7.	Тема 7. Метод конечных разностей.	1	1	4	0	8
8.	Тема 8. Пакеты прикладных программ.	1	1	4	0	8
	Итого		8	36	0	64

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

##### Тема 1. Введение.

Понятие о численных методах и алгоритмах решения задач. Роль численных методов в технике, и частности при проектировании и доводке ДВС.

##### Тема 2. Обыкновенные дифференциальные уравнения.

Система обыкновенных дифференциальных уравнений на примере моделирования внутрицилиндрового процесса в ДВС. Определение граничных условий теплообмена. Численное интегрирование. Метод Рунге-Кутты.

##### Тема 3. Задачи анализа теплового состояния деталей ДВС.

Дифференциальные уравнения Пуассона, Лапласа в задачах теплопроводности твердых тел. Граничные и начальные условия. Учет нелинейностей. Сопряженные задачи теплообмена. Дифференциальное уравнение энергии. Вязкая диссипация.

##### Тема 4. Уравнения движения рабочих сред в элементах ДВС.

Система дифференциальных уравнений Эйлера движения идеальных жидкостей. Система уравнений Навье-Стокса. Граничные условия. Замена переменных. Дифференциальные уравнения движения вязких газов. Ударные волны. Турбулентное движение сред. Модели турбулентности. Гидродинамическая теория смазки. Дифференциальное уравнение Рейнольдса для смазочного слоя. Волновое уравнение.

##### Тема 5. Основы теории упругости и пластичности.

Тензор напряжений. Деформации, перемещения. Условия совместности деформаций, условия равновесия, обобщенный закон Гука. Виды граничных условий. Предельные состояния. Упруго-пластические деформации.

##### Тема 6. Метод конечных элементов.

Основные преимущества МКЭ. Историческая справка. Области применения. Типы конечных элементов. Выбор аппроксимирующих функций. Порядок аппроксимации. Принципы построения расчетных сеток. Автоматизация построения сеток. Основные формулировки МКЭ: классическая, метод Галеркина, прямой метод при решении нестационарных задач. Построение матриц жесткости и векторов нагрузок. Особенности решения систем алгебраических уравнений большого порядка. Учет нелинейностей. Особенности применения МКЭ для решения задач различной физической природы.

##### Тема 7. Метод конечных разностей.

Области применения. Историческая справка. Понятие разностной схемы. Шаблон разностной схемы. Разностные уравнения, методы их получения. Аппроксимация, сходимость и устойчивость разностных схем. Порядок аппроксимации. Критерии устойчивости. Методы исследования устойчивости. Свойство консервативности. Явные и неявные схемы. Сравнительный анализ их преимуществ и недостатков. Особенности применения разностных методов для решения задач различной физической природы.

##### Тема 8. Пакеты прикладных программ.

Описание назначения, характеристик и состава наиболее популярных пакетов прикладных программ анализа - NFSTRAN, ANSYS, CAE, STAR CD

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

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

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

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

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

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

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

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

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

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

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 1</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Лабораторные работы	ПК-2	1. Введение.
2	Лабораторные работы	ПК-3	2. Обыкновенные дифференциальные уравнения.
3	Лабораторные работы	ПК-2	3. Задачи анализа теплового состояния деталей ДВС.
4	Лабораторные работы	ПК-3	4. Уравнения движения рабочих сред в элементах ДВС.
5	Лабораторные работы	ПК-2	5. Основы теории упругости и пластичности.
6	Лабораторные работы	ПК-3	6. Метод конечных элементов.
7	Лабораторные работы	ПК-2	7. Метод конечных разностей.
8	Лабораторные работы	ПК-3	8. Пакеты прикладных программ.
	<b>Экзамен</b>	ПК-2, ПК-3	

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

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 1</b>					
<b>Текущий контроль</b>					

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 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
					4
					5
					6
					7
					8
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

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

**Семестр 1**

**Текущий контроль**

**1. Лабораторные работы**

Тема 1

Постановка учебной задачи.

Содержание работы: Постановка учебной задачи ? линейный статический анализ составной балки.

Конструктивные элементы балки, воспринимаемые тепловые и механические нагрузки.

**2. Лабораторные работы**

Тема 2

Изучение библиотеки конечных элементов.

Содержание работы: Изучение библиотеки конечных элементов. Создание расчетной модели. Подбор конечных элементов к учебной задаче.

### **3. Лабораторные работы**

#### Тема 3

Программные средства

Содержание работы: Знакомление с пакетом конечноэлементного анализа MSC visual NASTRAN. Изучение главного меню и панели инструментов.

### **4. Лабораторные работы**

#### Тема 4

Средства создания геометрической модели.

Содержание работы: Изучение средств создания геометрической модели. Изучение команд меню Geometry. Создание геометрической модели учебной задачи.

### **5. Лабораторные работы**

#### Тема 5

Свойства элементов.

Содержание работы: Создание материалов и свойств конструктивных элементов. Изучение команд меню Model. Задание материалов и создание свойств элементов учебной задачи.

### **6. Лабораторные работы**

#### Тема 6

Создание сетки.

Содержание работы: Создание сетки конечных элементов. Изучение команд меню Mesh Задание расчетной сетки на конструктивных элементах учебной задачи.

### **7. Лабораторные работы**

#### Тема 7

Граничные условия.

Содержание работы: Изучение средств задания тепловых и статических граничных условий. Команды меню Model. Создание тепловых и статических граничных условий учебной задачи.

### **8. Лабораторные работы**

#### Тема 8

Анализ модели.

Содержание работы: Анализ модели. Виды анализа. Команды меню File. Проведение вычислений для учебной задачи.

### **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

1. Приведение уравнений движения несжимаемой жидкости к безразмерной форме.
2. Приведение уравнений движения несжимаемой жидкости в физических переменных к уравнениям переноса вихря и функции тока.
3. Получение разностных уравнений методом разложения в ряд Тейлора.
4. Получение разностных уравнений методом контрольного объема.
5. Понятия аппроксимации и сходимости разностных схем.
6. Понятие устойчивости разностных схем. Критерии устойчивости.
7. Исследование устойчивости методом дисперсных возмущений (на примере).
8. Явные и неявные схемы для модельного уравнения переноса вихря.
9. Граничное условие на стенке для уравнения переноса вихря.
10. Граничные условия на входе и выходе для вихря и функции тока.
11. Свойство консервативности разностных схем (на примере).
12. Схема с несимметричными разностями.
13. Метод крупных частиц.
14. Прогонка как метод решения систем разностных линейных уравнений неявной схемы.
15. Аппроксимирующие функции симплекс-элементов. Функции формы, их свойства.
16. Процедура минимизации функционала в МКЭ на примере одномерной задачи.
17. Метод Галеркина в сочетании с МКЭ на примере одномерной задачи.
18. Разностная схема для уравнения Пуассона для функции тока.
19. Разностная схема с явной искусственной вязкостью.
20. Метод релаксации для систем разностных линейных уравнений неявной схемы.

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

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

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 1</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	6
		2	6
		3	6
		4	6
		5	6
		6	6
		7	7
		8	7
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

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

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

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

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

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

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

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

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

Библиотека НЧИ КФУ - <http://kpfu.ru/chelny/study/library>

Научная библиотека - [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

Российская государственная библиотека - [www.rsl.ru](http://www.rsl.ru)



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

При выполнении лабораторных работ по данной дисциплине преподаватель должен руководствоваться следующими положениями:

1. Перед проведением лабораторных работ преподаватель в обязательном порядке обязан ознакомить студентов с правилами поведения и техники безопасности в специализированном классе.
2. Лабораторные занятия проводятся с ½ академической группы для улучшения усваиваемости знаний.
3. Студенты фиксируют в журналах (ученическая тетрадь 12 листов) результаты экспериментальных исследований и анализ результатов исследования.
4. После прохождения всего лабораторного практикума студенты предъявляют для проверки преподавателю журнал. Преподаватель принимает решение о допуске студента к экзамену, либо когда объем работы не выполнен, устанавливает график отработки лабораторных работ (до начала сессии). График вывешивается на кафедре.
5. Проверка результатов прохождения лабораторных работ не должна превращаться в прием зачета по теоретической части курса.

Краткие методические указания к экзамену:

к экзамену допускаются студенты защитившие отчет по лабораторным работам и представившие рукописный конспект лекций по данной дисциплине

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

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

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

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

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

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

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

## **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 13.04.03 "Энергетическое машиностроение" и магистерской программе "Двигатели внутреннего сгорания".

*Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.3 Моделирование теплового и  
напряженно-деформированного состояния деталей  
двигателей внутреннего сгорания*

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

Направление подготовки: 13.04.03 - Энергетическое машиностроение

Профиль подготовки: Двигатели внутреннего сгорания

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

**Основная литература:**

1. Гоц А. Н. Расчеты на прочность деталей ДВС при напряжениях, переменных во времени [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Н. Гоц. - Москва: Издательство 'ФОРУМ', 2013. - 208 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-91134-746-8. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=406090..>
2. Конструирование двигателей внутреннего сгорания [Текст] : учебник для вузов / [Н. Д. Чайнов и др.] ; под ред. Н. Д. Чайнова. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2011. - 496 с. : схемы. - Библиогр.: с. 484. - Предм. указ.: с. 485. - Гриф МО. - Посвящается 100-летию специальности 'Двигатели внутреннего сгорания' в МГТУ им. Н. Э. Баумана. - В пер. - ISBN 978-5-94275-575-1.
3. Якубович А. И. Системы охлаждения тракторных и автомобильных двигателей. Конструкция, теория, проектирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Якубович А. И. - Москва: ООО 'Научно-издательский центр ИНФРА-М', 2014. - 473 с. - ISBN 978-985-475-620-2. - Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=435683..>

**Дополнительная литература:**

1. Круглов М.Г., Меднов А.А. Газовая динамика комбинированных двигателей внутреннего сгорания. -М.: Машиностроение, 1989.- 253с.
2. Годунов С.Б., Рябенский В.С. Разностные схемы. Введение в теорию: Учебное пос. М.: Наука; 1977. - 439 с.
3. Элементы системы автоматизированного проектирования ДВС: Алгоритмы прикладных программ. Р.М. Петриченко, С.А.Батулин, Ю.Н. Исаков и др. Под общ. ред. Р.М. Петриченко. - Л.: Машиностроение. 1990. - 328 с.

*Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ОД.3 Моделирование теплового и  
напряженно-деформированного состояния деталей  
двигателей внутреннего сгорания*

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

Направление подготовки: 13.04.03 - Энергетическое машиностроение

Профиль подготовки: Двигатели внутреннего сгорания

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

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

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

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

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

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

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