

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

Прикладная газовая динамика Б1.В.ДВ.02.02

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-15	Способен управлять разработкой конструкций автотракторных средств и их компонентов
ПК-5	Способен участвовать в расчетных и экспериментальных исследованиях, проводить обработку и анализ результатов
ПК-7	Готов разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий

способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

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

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

готовность участвовать в испытаниях объектов профессиональной деятельности по заданной программе

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.02.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.03 "Энергетическое машиностроение (Двигатели внутреннего сгорания)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3, 4 курсах в 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 - 108 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 54 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 180 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: 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	
	Тема 1. Введение. Роль					

дисциплины в решении задач гидро-и газодинамики, возникающих в процессах проектирования и доводки ДВС.

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Уравнения движения несжимаемой жидкости.	6	5	0	9	12
3.	Тема 3. Разностные методы расчета движений несжимаемой жидкости.	6	5	0	9	15
4.	Тема 4. Уравнения движения газа.	6	4	0	9	15
5.	Тема 5. Разностные методы расчета движений газа.	7	6	6	6	25
6.	Тема 6. Метод прогонки.	7	3	3	3	25
7.	Тема 7. Метод конечных элементов.	7	3	3	3	25
8.	Тема 8. МКЭ при решении нестационарных задач.	7	3	3	3	25
9.	Тема 9. Решение систем алгебраических уравнений: метод итераций, схема Халецкого. Автоматизация МКЭ.	7	3	3	3	26
	Итого		36	18	54	180

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Роль дисциплины в решении задач гидро-и газодинамики, возникающих в процессах проектирования и доводки ДВС.

Исторический обзор. Термодинамические, акустические, квазистационарные модели и расчетные методики определения параметров газа. Их достоинства и недостатки, области применения. Модели нестационарных пространственных течений жидкости и газа, основанные на дифференциальных уравнениях в частных производных.

Тема 2. Уравнения движения несжимаемой жидкости.

Уравнение движения для физических переменных в декартовой системе координат. Уравнения переноса вихря и функции тока для плоских течений. Безразмерная форма уравнений. Одномерное модельное уравнение переноса

Тема 3. Разностные методы расчета движений несжимаемой жидкости.

Методы решения уравнений. Граничные условия для уравнения переноса вихря и функции тока: на стенке, линии симметрии, верхней границе, на входе и выходе, на бесконечности. Угловые точки.

Определение давления, расчет температуры и концентрации. Методы решения уравнений для физических переменных. Переноса вихря. Понятие разностной схемы. Шаблон разностной схемы. Разностные уравнения, методы их получения. Аппроксимация, сходимости и устойчивость разностных схем. Порядок аппроксимации. Критерии устойчивости. Принцип максимума. Методы исследования устойчивости. Свойство консервативности. Различные разностные схемы для уравнения переноса вихря. Преимущества и недостатки. Методы решения уравнений для функции тока.

Тема 4. Уравнения движения газа.

Система дифференциальных уравнений движения газа в традиционной и консервативной форме. Дополнительные соотношения. Безразмерный вид уравнений движения. Особенности, связанные с наличием ударных волн.

Тема 5. Разностные методы расчета движений газа.

Методы расчета течений без ударных волн и с выделением ударных волн. Схемы с явной и неявной искусственной вязкостью. Метод крупных частиц. Граничные условия: стенка с прилипанием и без прилипания, угловые точки, условия на входе и выходе, линия симметрии.

Тема 6. Метод прогонки.

Прогонка как метод решения системы разностных линейных уравнений неявной схемы с трехдиагональной ленточной матрицей. Понятие разностной схемы. Шаблон разностной схемы. Разностные уравнения, методы их получения. Аппроксимация, сходимость и устойчивость разностных схем. Порядок аппроксимации. Критерии устойчивости. Принцип максимума. Методы исследования устойчивости. Свойство консервативности. Различные разностные схемы для уравнения переноса вихря. Преимущества и недостатки. Методы решения уравнений для функции тока.

Тема 7. Метод конечных элементов.

Метод конечных элементов (МКЭ) в гидродинамической теории смазки. Дифференциальное уравнение Рейнольдса для смазочного слоя. Граничные условия. Основные положения МКЭ. Типы конечных элементов, расчетные сетки

Тема 8. МКЭ при решении нестационарных задач.

Выбор аппроксимирующих функций. Порядок аппроксимации. Основные формулировки МКЭ: классическая, метод Галеркина, прямой метод. МКЭ при решении нестационарных задач

Тема 9. Решение систем алгебраических уравнений: метод итераций, схема Халецкого. Автоматизация МКЭ.

Решение систем алгебраических уравнений: метод итераций, схема Халецкого. Автоматизация МКЭ. Методы расчета течений без ударных волн и с выделением ударных волн. Схемы с явной и неявной искусственной вязкостью. Метод крупных частиц.

Граничные условия: стенка с прилипанием и без прилипания, угловые точки, условия на входе и выходе, линия симметрии.

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 6			
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ПК-15	1. Введение. Роль дисциплины в решении задач гидро-и газодинамики, возникающих в процессах проектирования и доводки ДВС. 2. Уравнения движения несжимаемой жидкости.
2	Лабораторные работы	ПК-5	3. Разностные методы расчета движений несжимаемой жидкости.
3	Лабораторные работы	ПК-7	4. Уравнения движения газа.
	Зачет	ПК-15, ПК-5, ПК-7	
Семестр 7			
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ПК-15	5. Разностные методы расчета движений газа. 6. Метод прогонки.
2	Лабораторные работы	ПК-5	7. Метод конечных элементов. 8. МКЭ при решении нестационарных задач.
3	Лабораторные работы	ПК-7	9. Решение систем алгебраических уравнений: метод итераций, схема Халецкого. Автоматизация МКЭ.
	Экзамен	ПК-15, ПК-5, 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 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		

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
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					
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, 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 6

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Темы 1, 2

Роль дисциплины в решении задач гидро-и газодинамики, возникающих в процессах проектирования и доводки ДВС. Исторический обзор. Термодинамические, акустические, квазистационарные модели и расчетные методики определения параметров газа. Их достоинства и недостатки, области применения. Модели нестационарных пространственных течений жидкости и газа, основанные на дифференциальных уравнениях в частных производных.

Вопросы:

1. Задачи инженерных расчетов.
2. Математические постановки задач инженерных расчетов: задачи анализа и оптимального проектирования.
3. Параметры уравнений математической физики применительно к деформации конструкции.
4. Численные методы.
5. Численные методы решения уравнений математической физики.
6. Классификация и стратегия численных методов.

2. Лабораторные работы

Тема 3

Уравнение движения для физических переменных в декартовой системе координат. Уравнения переноса вихря и функции тока для плоских течений. Безразмерная форма уравнений. Одномерное модельное уравнение переноса.

Вопросы:

1. Задачи инженерных расчетов.
2. Математические постановки задач инженерных расчетов: задачи анализа и оптимального проектирования.
3. Параметры уравнений математической физики применительно к деформации конструкции.
4. Численные методы.
5. Численные методы решения уравнений математической физики.
6. Классификация и стратегия численных методов.
7. Пакеты прикладных программ.
8. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
9. Некоторые методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), позволяющих при решении уравнений математической физики.
10. Метод Гаусса и его разновидности.
11. Выбор ведущего элемента в методе Гаусса.
12. Метод алгебраической прогонки.
13. Методы аппроксимации и их применения.
14. Простейшие примеры численных методов при задании исходных данных в уравнениях математической физики.
15. Аппроксимация полиномами.
16. Численное дифференцирование и интегрирование (конечные разности, формулы трапеции и Симпсона).
17. Аналитические решения уравнений математической физики.
18. Аналитическое решение уравнений математической физики применительно к деформации конструкции.
19. Применение численных методов для получения аналитических решений.
20. Аппроксимация специальной степенной функцией и специальная подстановка при интегрировании.
21. Введение в задачу анализа.
22. Численные методы решения уравнений математической физики применительно к задачам анализа.
23. Логическая последовательность методов анализа конструкции.
24. Метод конечных элементов.

3. Лабораторные работы

Тема 4

Методы решения уравнений переноса вихря. Понятие разностной схемы. Шаблон разностной схемы. Разностные уравнения, методы их получения. Аппроксимация, сходимость и устойчивость разностных схем. Порядок аппроксимации. Критерии устойчивости. Принцип максимума. Методы исследования устойчивости. Свойство консервативности. Различные разностные схемы для уравнения переноса вихря. Преимущества и недостатки. Методы решения уравнений для функции тока.

Вопросы:

1. Задачи инженерных расчетов.
2. Математические постановки задач инженерных расчетов: задачи анализа и оптимального проектирования.
3. Параметры уравнений математической физики применительно к деформации конструкции.
4. Численные методы.
5. Численные методы решения уравнений математической физики.
6. Классификация и стратегия численных методов.
7. Пакеты прикладных программ.
8. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.

9. Некоторые методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), по-лучающихся при решении уравнений математической физики.
10. Метод Гаусса и его разновидности.
11. Выбор ведущего элемента в методе Гаусса.
12. Метод алгебраической прогонки.
13. Методы аппроксимации и их применения.
14. Простейшие примеры численных методов при задании исходных данных в уравне- ниях математической физики.
15. Аппроксимация полиномами.
16. Численное дифференцирование и интегрирование (конечные разности, формулы тра- пеции и Симпсона).
17. Аналитические решения уравнений математической физики.
18. Аналитическое решение уравнений математической физики применительно к де- формации конструкции.
19. Применение численных методов для получения аналитических решений.
20. Аппроксимация специальной степенной функцией и специальная подстановка при интегрировании.
21. Введение в задачу анализа.
22. Численные методы решения уравнений математической физики применительно к за- дачам анализа.
23. Логическая последовательность методов анализа конструкции.
24. Метод конечных элементов.

Зачет

Вопросы к зачету:

1. Задачи инженерных расчетов.
2. Математические постановки задач инженерных расчетов: задачи анализа и оптималь- ного проектирования.
3. Параметры уравнений математической физики применительно к деформации кон- струкции.
4. Численные методы.
5. Численные методы решения уравнений математической физики.
6. Классификация и стратегия численных методов.
7. Пакеты прикладных программ.
8. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
9. Некоторые методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), по- лучающихся при решении уравнений математической физики.
10. Метод Гаусса и его разновидности.
11. Выбор ведущего элемента в методе Гаусса.
12. Метод алгебраической прогонки.
13. Методы аппроксимации и их применения.
14. Простейшие примеры численных методов при задании исходных данных в уравне- ниях математической физики.
15. Аппроксимация полиномами.
16. Численное дифференцирование и интегрирование (конечные разности, формулы тра- пеции и Симпсона).
17. Аналитические решения уравнений математической физики.
18. Аналитическое решение уравнений математической физики применительно к де- формации конструкции.
19. Применение численных методов для получения аналитических решений.
20. Аппроксимация специальной степенной функцией и специальная подстановка при интегрировании.
21. Введение в задачу анализа.
22. Численные методы решения уравнений математической физики применительно к за- дачам анализа.
23. Логическая последовательность методов анализа конструкции.
24. Метод конечных элементов.

Семестр 7

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Темы 5, 6

Разностные методы расчета движений газа. Метод прогонки. Метод конечных элементов. Структура и форма КЭ.

Граничные условия для уравнения переноса вихря и функции тока: на стенке, линии симметрии, верхней границе, на входе и выходе, на бесконечности. Угловые точки.

Определение давления, расчет температуры и концентрации. Методы решения уравнений для физических переменных. Система дифференциальных уравнений движения газа в традиционной и консервативной форме. Дополнительные соотношения. Безразмерный вид уравнений движения. Особенности, связанные с наличием ударных волн.

Вопросы:

1. Задачи инженерных расчетов.

2. Математические постановки задач инженерных расчетов: задачи анализа и оптимального проектирования.
3. Параметры уравнений математической физики применительно к деформации конструкции.
4. Численные методы.
5. Численные методы решения уравнений математической физики.
6. Классификация и стратегия численных методов.
7. Пакеты прикладных программ.
8. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
9. Некоторые методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), позволяющих при решении уравнений математической физики.
10. Метод Гаусса и его разновидности.
11. Выбор ведущего элемента в методе Гаусса.
12. Метод алгебраической прогонки.
13. Методы аппроксимации и их применения.
14. Простейшие примеры численных методов при задании исходных данных в уравнениях математической физики.
15. Аппроксимация полиномами.
16. Численное дифференцирование и интегрирование (конечные разности, формулы трапеции и Симпсона).
17. Аналитические решения уравнений математической физики.
18. Аналитическое решение уравнений математической физики применительно к деформации конструкции.
19. Применение численных методов для получения аналитических решений.
20. Аппроксимация специальной степенной функцией и специальная подстановка при интегрировании.
21. Введение в задачу анализа.
22. Численные методы решения уравнений математической физики применительно к задачам анализа.
23. Логическая последовательность методов анализа конструкции.
24. Метод конечных элементов.

2. Лабораторные работы

Темы 7, 8

Метод конечных элементов (МКЭ) в гидродинамической теории смазки. Методы расчета течений без ударных волн и с выделением ударных волн. Схемы с явной и неявной искусственной вязкостью. Метод крупных частиц. Граничные условия: стенка с прилипанием и без прилипания, угловые точки, условия на входе и выходе, линия симметрии.

В1. Задачи инженерных расчетов.

2. Математические постановки задач инженерных расчетов: задачи анализа и оптимального проектирования.
3. Параметры уравнений математической физики применительно к деформации конструкции.
4. Численные методы.
5. Численные методы решения уравнений математической физики.
6. Классификация и стратегия численных методов.
7. Пакеты прикладных программ.
8. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
9. Некоторые методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), позволяющих при решении уравнений математической физики.
10. Метод Гаусса и его разновидности.
11. Выбор ведущего элемента в методе Гаусса.
12. Метод алгебраической прогонки.
13. Методы аппроксимации и их применения.
14. Простейшие примеры численных методов при задании исходных данных в уравнениях математической физики.
15. Аппроксимация полиномами.
16. Численное дифференцирование и интегрирование (конечные разности, формулы трапеции и Симпсона).
17. Аналитические решения уравнений математической физики.
18. Аналитическое решение уравнений математической физики применительно к деформации конструкции.
19. Применение численных методов для получения аналитических решений.
20. Аппроксимация специальной степенной функцией и специальная подстановка при интегрировании.
21. Введение в задачу анализа.
22. Численные методы решения уравнений математической физики применительно к задачам анализа.
23. Логическая последовательность методов анализа конструкции.
24. Метод конечных элементов.

опросы:

3. Лабораторные работы

Тема 9

Дифференциальное уравнение Рейнольдса для смазочного слоя. Граничные условия. Основные положения МКЭ. Типы конечных элементов, расчетные сетки. Выбор аппроксимирующих функций. Порядок аппроксимации. Основные формулировки МКЭ: классическая, метод Галеркина, прямой метод. МКЭ при решении нестационарных задач. Решение систем алгебраических уравнений: метод итераций, схема Халецкого.

Вопросы:

1. Задачи инженерных расчетов.
2. Математические постановки задач инженерных расчетов: задачи анализа и оптимального проектирования.
3. Параметры уравнений математической физики применительно к деформации конструкции.
4. Численные методы.
5. Численные методы решения уравнений математической физики.
6. Классификация и стратегия численных методов.
7. Пакеты прикладных программ.
8. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
9. Некоторые методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), получающихся при решении уравнений математической физики.
10. Метод Гаусса и его разновидности.
11. Выбор ведущего элемента в методе Гаусса.
12. Метод алгебраической прогонки.
13. Методы аппроксимации и их применения.
14. Простейшие примеры численных методов при задании исходных данных в уравнениях математической физики.
15. Аппроксимация полиномами.
16. Численное дифференцирование и интегрирование (конечные разности, формулы трапеции и Симпсона).
17. Аналитические решения уравнений математической физики.
18. Аналитическое решение уравнений математической физики применительно к деформации конструкции.
19. Применение численных методов для получения аналитических решений.
20. Аппроксимация специальной степенной функцией и специальная подстановка при интегрировании.
21. Введение в задачу анализа.
22. Численные методы решения уравнений математической физики применительно к задачам анализа.
23. Логическая последовательность методов анализа конструкции.
24. Метод конечных элементов.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Метод Гаусса и его разновидности.
2. Выбор ведущего элемента в методе Гаусса.
3. Метод алгебраической прогонки.
4. Методы аппроксимации и их применения.
5. Простейшие примеры численных методов при задании исходных данных в уравнениях математической физики.
6. Аппроксимация полиномами.
7. Численное дифференцирование и интегрирование (конечные разности, формулы трапеции и Симпсона).
8. Аналитические решения уравнений математической физики.
9. Аналитическое решение уравнений математической физики применительно к деформации конструкции.
10. Применение численных методов для получения аналитических решений.
11. Аппроксимация специальной степенной функцией и специальная подстановка при интегрировании.
12. Введение в задачу анализа.
13. Численные методы решения уравнений математической физики применительно к задачам анализа.
14. Логическая последовательность методов анализа конструкции.
15. Метод конечных элементов.
16. Задачи инженерных расчетов.
17. Математические постановки задач инженерных расчетов: задачи анализа и оптимального проектирования.
18. Параметры уравнений математической физики применительно к деформации конструкции.
19. Численные методы.
20. Численные методы решения уравнений математической физики.
21. Классификация и стратегия численных методов.
22. Пакеты прикладных программ.

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 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:

- Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Н. В. Голубева. - Москва : Лань, 2013. - ISBN 978-5-8114-1424-6. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4862.
- Чикуров Н. Г. Моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Г. Чикуров. - Москва: ИЦ РИОР : НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 398 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-369-01167-6. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=392652>.
- Введение в гидрогазодинамику и теорию ударных волн для физиков [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Ю.П. Райзер. - Долгопрудный: Интеллект, 2011. - 432 с.: ISBN 978-5-91559-084-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/367203>

7.2. Дополнительная литература:

1. Разностные схемы в задачах газовой динамики на неструктурированных сетках: Научное / Волков К.Н., Дерюгин Ю.Н., Емельянов В.Н. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 416 с.: ISBN 978-5-9221-1609-1 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/854323>
2. Брюханов О. Н. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики : учебник / О.Н. Брюханов, В.И. Коробко, А.Т. Мелик-Аракелян. - Москва : ИНФРА-М, 2020. -254 с. -(Среднее профессиональное образование). - Текст : электронный. - URL: <http://znanium.com/catalog/product/1046933>
3. Динамика вязкого газа, турбулентность и струи / Маслов А.А., Миронов С.Г. - Новосибир.: НГТУ, 2010. - 214 с.: ISBN 978-5-7782-1434-7 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/556978>

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
 Российская государственная библиотека - www.rsl.ru
 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	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.
практические занятия	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.
лабораторные работы	При выполнении лабораторных работ 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 1/2 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.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	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. 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. Составить план-конспект своего выступления. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы.
зачет	При подготовке к зачету 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.
экзамен	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.

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

Освоение дисциплины "Прикладная газовая динамика" 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 Google Chrome

Adobe Reader XI

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 государственными 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.

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

Освоение дисциплины "Прикладная газовая динамика" 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.

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 .