

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



Утверждаю

Заместитель директора
по образовательной деятельности
НЧИ КФУ Н.Д.Ахметов



« _____ » _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Прикладная газовая динамика

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: 2020

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-14	Способен разработать конструкции автотракторных средств и их компонентов
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
ПК-9	Способен использовать технические средства для измерения основных параметров объектов деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- знать разрабатывание конструкции автотракторных средств и их компонентов
- знать управление разработкой конструкций автотракторных средств и их компонентов
- знать и участвовать в расчетных и экспериментальных исследованиях, проводить обработку и анализ результатов
- знать и разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии
- знать и использовать технические средства для измерения основных параметров объектов деятельности

Должен уметь:

- уметь разработать конструкции автотракторных средств и их компонентов
- уметь управлять разработкой конструкций автотракторных средств и их компонентов
- уметь участвовать в расчетных и экспериментальных исследованиях, проводить обработку и анализ результатов
- уметь разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии
- уметь использовать технические средства для измерения основных параметров объектов деятельности

Должен владеть:

- владеть навыками разрабатывания конструкции автотракторных средств и их компонентов
- владеть навыками управлять разработкой конструкций автотракторных средств и их компонентов
- владеть навыками участвовать в расчетных и экспериментальных исследованиях, проводить обработку и анализ результатов
- владеть навыками разрабатывать и применять энергоэффективные машины, установки, двигатели и аппараты по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии
- владеть навыками использовать технические средства для измерения основных параметров объектов деятельности

Должен демонстрировать способность и готовность:

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) 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	
1.	Тема 1. Введение. Роль дисциплины в решении задач гидро-и газодинамики, возникающих в процессах проектирования и доводки ДВС.	6	4	0	9	12
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 (модуля)

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, 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 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"

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
Семестр 6			
	Текущий контроль		
1	Отчет	ПК-15	1. Введение. Роль дисциплины в решении задач гидро-и газодинамики, возникающих в процессах проектирования и доводки ДВС.
2	Письменная работа	ПК-7	2. Уравнения движения несжимаемой жидкости. 3. Разностные методы расчета движений несжимаемой жидкости.
3	Контрольная работа	ПК-9 , ПК-14	4. Уравнения движения газа.
	Зачет	ПК-14, ПК-15, ПК-5, ПК-7, ПК-9	
Семестр 7			
	Текущий контроль		
1	Отчет	ПК-15	5. Разностные методы расчета движений газа.
2	Письменная работа	ПК-5	6. Метод прогонки. 7. Метод конечных элементов. 8. МКЭ при решении нестационарных задач.
3	Контрольная работа	ПК-14 , ПК-9	9. Решение систем алгебраических уравнений: метод итераций, схема Халецкого. Автоматизация МКЭ.
	Экзамен	ПК-14, ПК-15, ПК-5, ПК-7, ПК-9	

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					
Отчет	Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Использoваны надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам.	Продemonстрирован средний уровень владения материалом. Использoваны надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Продemonстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Использoванные источники, структура работы и применённые методы частично соответствуют поставленным задачам.	Продemonстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Использoванные источники, структура работы и применённые методы не соответствуют поставленным задачам.	1

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	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					
Отчет	Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и примененные методы соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован средний уровень владения материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы и примененные методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и примененные методы частично соответствуют поставленным задачам.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Используются источники, структура работы и примененные методы не соответствуют поставленным задачам.	1

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	2
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	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. Отчет

Тема 1

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.
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.

2. Письменная работа

Темы 2, 3

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

Вопросы:

1. Методы аппроксимации и их применения.
2. Простейшие примеры численных методов при задании исходных данных в уравнениях математической физики.
3. Аппроксимация полиномами.
4. Численное дифференцирование и интегрирование.
5. Аналитические решения уравнений математической физики.
6. Аналитическое решение уравнений математической физики применительно к деформации конструкции
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.

3. Контрольная работа

Тема 4

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. Основные уравнения движения газа.
2. Математические постановки задач инженерных расчетов.
3. Параметры уравнений математической физики применительно к движению газа.
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.

Зачет

Вопросы к зачету:

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.

Семестр 7

Текущий контроль

1. Отчет

Тема 5

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.

Вопросы:

1. Пакеты прикладных программ.
2. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
3. Некоторые методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), получающихся при решении уравнений математической физики.
4. Метод Гаусса и его разновидности.
5. Выбор ведущего элемента в методе Гаусса.
6. Метод алгебраической прогонки.
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.

2. Письменная работа

Темы 6, 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.

Вопросы:

1. Применение численных методов для получения аналитических решений.

2. Аппроксимация специальной степенной функцией и специальная подстановка при интегрировании.
3. Введение в задачу анализа.
4. Численные методы решения уравнений математической физики применительно к задачам анализа.
5. Метод конечных элементов.
6. Метод прогонки
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.

3. Контрольная работа

Тема 9

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

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			
Отчет	Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям.	1	10
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	20
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	20
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			
Отчет	Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков. Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям.	1	10
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	20
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	20

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
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 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 и предоставленных доступов НЧИ КФУ;

- в печатном виде - в фонде библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования 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 библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ.

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

Научная библиотека - www.elibrary.ru

Российская государственная библиотека - www.rsl.ru

Технический журнал "Автомобильная промышленность" -

http://www.mashin.ru/eshop/journals/avtomobilnaya_promyshlennost/

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. Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.
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 возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе. собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем. Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p>При подготовке к лабораторным занятиям Вам может понадобиться материал, изучавшийся ранее, поэтому стоит обращаться к соответствующим источникам (учебникам, монографиям, статьям).</p> <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> <p>Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.</p>
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. Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.</p>
отчет	<p>При выполнении отчета следует выделить заинтересовавшие Вас темы, проблемы и сгруппировать материал вокруг них. Излагая вопросы темы, следует строго придерживаться плана.</p> <p>Работа не должна представлять пересказ отдельных глав учебника или учебного пособия. Необходимо изложить собственные соображения по существу излагаемых вопросов, внести свои предложения. Общие положения должны быть подкреплены и пояснены конкретными примерами. Излагаемый материал при необходимости следует проиллюстрировать таблицами, схемами, диаграммами и т.д. Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.</p>
письменная работа	<p>Перед письменной работой обучающимся должна быть проведена предварительная подготовка. Он должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ознакомиться с содержанием работы; - повторить теоретический материал, относящийся к данной работе; - уяснить цели и задачи, поставленные в работе; - определить последовательность выполнения работы; - подготовить необходимые для оформления письменного отчета сведения: номер работы, тему и цель работы, порядок выполнения и необходимые рисунки и таблицы. <p>Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.</p>
контрольная работа	<p>Для выполнения контрольной работы, студенту необходимо повторить теоретический материал, относящийся к данной работе, понять цели и задачи, поставленные в работе; определить последовательность выполнения работы; подготовить необходимые для оформления контрольной работы сведения: номер работы, тему и цель работы, порядок выполнения, необходимые рисунки и таблицы.</p> <p>Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.</p>
зачет	<p>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, а, скорее всего, о наличии каких-либо недочетов в ответе, которые необходимо устранить, чтобы получить положительную, или более высокую оценку. Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.</p>

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	При подготовке к экзамену необходимо изучить конспект лекций, а также 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, а, скорее всего, о наличии каких-либо недочетов в ответе, которые необходимо устранить, чтобы получить положительную, или более высокую оценку. Возможно использование дистанционных технологий в образовательном процессе.

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.

Специализированная лаборатория.

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".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.02.02 Прикладная газовая динамика

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

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: 2020

Основная литература:

1. Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов : учебное пособие / Н. В. Голубева. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 192 с. - ISBN 978-5-8114-1424-6. - URL: <https://e.lanbook.com/book/168961> (дата обращения: 24.05.2021). - Текст : электронный.
2. Чикуров Н. Г. Моделирование систем и процессов: учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - Москва : ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2019. - 398 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01167-6. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1010810> (дата обращения: 21.07.2020). - Текст : электронный.
3. Райзер Ю. П. Введение в гидрогазодинамику и теорию ударных волн для физиков: учебное пособие / Ю.П. Райзер. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 432 с. - ISBN 978-5-91559-084-6. - URL : <https://znanium.com/catalog/product/367203> (дата обращения: 21.07.2020). - Текст : электронный.

Дополнительная литература:

1. Разностные схемы в задачах газовой динамики на неструктурированных сетках: научное издание / К.Н. Волков, Ю.Н. Дерюгин, В.Н. Емельянов - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 416 с. - ISBN 978-5-9221-1609-1. - URL : <https://znanium.com/catalog/product/854323> (дата обращения: 21.07.2020). - Текст : электронный.
2. Брюханов О. Н. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики : учебник / О.Н. Брюханов, В.И. Коробко, А.Т. Мелик-Аракелян. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 254 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-005354-7. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1284346> (дата обращения: 03.03.2021). - Текст : электронный.
3. Маслов А. А. Динамика вязкого газа, турбулентность и струи : учебное пособие / А.А. Маслов, С.Г. Миронов. - Новосибирск : НГТУ, 2010. - 214 с. - ISBN 978-5-7782-1434-7. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/556978> (дата обращения: 21.07.2020). - Текст : электронный.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.02.02 Прикладная газовая динамика

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

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: 2020

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.