

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Минзарипов Р.Г.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Газовая динамика БЗ.ДВ.4

Направление подготовки: 010800.62 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Филатов Е.И.

**Рецензент(ы):**

Егоров А.Г.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой:

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2013

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Филатов Е.И. Кафедра аэрогидромеханики отделение механики, Evgueny.Filatov@kpfu.ru

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины "Газовая динамика" являются: получение общего представления о задачах газовой динамики и методах их решения, получение основополагающих знаний в наиболее важных областях теоретической и прикладной газовой динамики, усвоение методологических подходов к решению типичных задач газовой динамики, получение навыков математической формулировки и анализа новых задач внутри изучаемого класса, получение навыков практической работы с размерными и безразмерными величинами, ознакомление с общенаучными проблемами, вклад в решение которых вносит данная дисциплина. Основной целью является подготовка специалиста для работы в научно-исследовательских институтах и проектно-конструкторских бюро соответствующего профиля.

### **2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования**

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б3.ДВ.4 Профессиональный" основной образовательной программы 010800.62 Механика и математическое моделирование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 3, 4 курсах, 6, 7 семестры.

Дисциплина входит в вариативную часть профессионального цикла.

Получаемые знания составляют существенную часть итогового багажа профессиональных знаний бакалавра - специалиста в данной области и с одной стороны необходимы для работы в организациях указанного выше профиля, с другой стороны являются базовыми для понимания и освоения специальных курсов в случае продолжения образования в магистратуре.

Слушатели должны владеть знаниями по общематематическим дисциплинам, а также по теоретической механике и механике сплошной среды.

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля**

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

принципы построения математической модели и записи основных уравнений, характер влияния различных внешних факторов на движение газового потока.

2. должен уметь:

иметь навыки самостоятельного решения простейших типичных задач газовой динамики.

3. должен владеть:

Хорошо представлять структуру и в физические особенности характерных газовых течений, таких например, как истечение струи из сопла ракетного двигателя или обтекание крыла сверхзвукового самолета.

### **4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) 180 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины отсутствует в 6 семестре; зачет в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Предмет и методы газовой динамики Модель газовой динамики. Основные уравнения в интегральной и дифференциальной формах. Задача о распространении звука. Скорость звука, число Маха. Одномерные стационарные течения газа. Сопло Лавал	6	1-6	0	0	0	
2.	Тема 2. Уравнение обращения воздействия Вулиса. Поверхности разрыва ? сильного и слабого. Условия Гюгонио-Ренкена в разных системах координат. Ударная адиабата. Теорема Цемплена.	6	7-12	0	0	0	
3.	Тема 3. Косой скачок. Соотношения параметров на косом скачке, изменение энтропии. Ударная поляра	6	13-18	0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
4.	Тема 4. Двумерные стационарные сверхзвуковые течения газа. Метод характеристик для безвихревого течения. Течение Прандтля-Майера. Метод характеристик для осесимметричных течений. Симметричное обтекание круглого конуса сверхзвуковым потоком газа. Теория малых возмущений. Обтекание тонкого профиля дозвуковым линейризованным потоком, правило Прандтля-Глауэрта. Обтекание тонкого профиля сверхзвуковым линейризованным потоком. Формулы Аккерета. Обтекание осесимметричных тел линейризованным потоком. Теория крыла конечного размаха.	7	1-6	0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. Вариационные задачи сверхзвуковой газовой динамики. Профили максимального аэродинамического качества. Двумерные стационарные дозвуковые течения газа. Уравнение Ампера - Монжа. Уравнения Чаплыгина. Решение уравнений Чаплыгина для струйных задач. Одномерные нестационарные течения газа. Инварианты Римана. Метод характеристик. Простые волны. Образование ударных волн. Движение газа за поршнем. Уравнения нестационарного движения в переменных Лагранжа.	7	7-12	0	0	0	
6.	Тема 6. Основные особенности гиперзвуковых течений. Закон плоских сечений. Нестационарная аналогия. Закон подобия гиперзвукового обтекания тонких тел идеальным газом. Теория Ньютона. Формула Буземанна. Свободномолекулярные течения газа	7	13-18	0	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
	Итого			0	0	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Предмет и методы газовой динамики Модель газовой динамики. Основные уравнения в интегральной и дифференциальной формах. Задача о распространении звука. Скорость звука, число Маха. Одномерные стационарные течения газа. Сопло Лавал**

**Тема 2. Уравнение обращения воздействия Вулиса. Поверхности разрыва ? сильного и слабого. Условия Гюгонио-Ренкена в разных системах координат. Ударная адиабата. Теорема Цемплена.**

**Тема 3. Косой скачок. Соотношения параметров на косом скачке, изменение энтропии. Ударная поляра**

**Тема 4. Двумерные стационарные сверхзвуковые течения газа. Метод характеристик для безвихревого течения. Течение Прандтля-Майера. Метод характеристик для осесимметричных течений. Симметричное обтекание круглого конуса сверхзвуковым потоком газа. Теория малых возмущений. Обтекание тонкого профиля дозвуковым линейризованным потоком, правило Прандтля-Глауэрта. Обтекание тонкого профиля сверхзвуковым линейризованным потоком. Формулы Аккерета. Обтекание осесимметричных тел линейризованным потоком. Теория крыла конечного размаха.**

**Тема 5. Вариационные задачи сверхзвуковой газовой динамики. Профили максимального аэродинамического качества. Двумерные стационарные дозвуковые течения газа. Уравнение Ампера - Монжа. Уравнения Чаплыгина. Решение уравнений Чаплыгина для струйных задач. Одномерные нестационарные течения газа. Инварианты Римана. Метод характеристик. Простые волны. Образование ударных волн. Движение газа за поршнем. Уравнения нестационарного движения в переменных Лагранжа.**

**Тема 6. Основные особенности гиперзвуковых течений. Закон плоских сечений. Нестационарная аналогия. Закон подобия гиперзвукового обтекания тонких тел идеальным газом. Теория Ньютона. Формула Буземанна. Свободномолекулярные течения газа**

## **5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

лекции, семинары, лабораторные занятия, контрольные работы, зачёт. В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому лабораторному занятию. В каждом семестре проводятся контрольные работы (на лабораторных занятиях). Зачет выставляется по положительным результатам выполнения контрольных работ и самостоятельной работы в течение семестра, а также успешной сдачи теоретического материала по прилагаемой программе

**6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

**Тема 1. Предмет и методы газовой динамики Модель газовой динамики. Основные уравнения в интегральной и дифференциальной формах. Задача о распространении звука. Скорость звука, число Маха. Одномерные стационарные течения газа. Сопло Лавал**

**Тема 2. Уравнение обращения воздействия Вулиса. Поверхности разрыва ? сильного и слабого. Условия Гюгонио-Ренкена в разных системах координат. Ударная адиабата. Теорема Цемплена.**

**Тема 3. Косой скачок. Соотношения параметров на косом скачке, изменение энтропии. Ударная поляра**

**Тема 4. Двумерные стационарные сверхзвуковые течения газа. Метод характеристик для безвихревого течения. Течение Прандтля-Майера. Метод характеристик для осесимметричных течений. Симметричное обтекание круглого конуса сверхзвуковым потоком газа. Теория малых возмущений. Обтекание тонкого профиля дозвуковым линейризованным потоком, правило Прандтля-Глауэрта. Обтекание тонкого профиля сверхзвуковым линейризованным потоком. Формулы Аккерета. Обтекание осесимметричных тел линейризованным потоком. Теория крыла конечного размаха.**

**Тема 5. Вариационные задачи сверхзвуковой газовой динамики. Профили максимального аэродинамического качества. Двумерные стационарные дозвуковые течения газа. Уравнение Ампера - Монжа. Уравнения Чаплыгина. Решение уравнений Чаплыгина для струйных задач. Одномерные нестационарные течения газа. Инварианты Римана. Метод характеристик. Простые волны. Образование ударных волн. Движение газа за поршнем. Уравнения нестационарного движения в переменных Лагранжа.**

**Тема 6. Основные особенности гиперзвуковых течений. Закон плоских сечений. Нестационарная аналогия. Закон подобия гиперзвукового обтекания тонких тел идеальным газом. Теория Ньютона. Формула Буземанна. Свободномолекулярные течения газа**

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

все виды текущего контроля успеваемости и аттестации по итогам освоения дисциплины оцениваются по 100-балльной рейтинговой системе, принятой к КФУ. Варианты контрольных заданий и программа зачёта приведены в приложениях 1 и 2.

### **7.1. Основная литература:**

Г. Г. Тумашев Лекции по газовой динамике. Казань; изд. Казанск ун-та, 1986

Г.Г. Черный Газовая динамика. М. Наука, 1988.

В.П. Стулов Лекции по газовой динамике. М. Физматлит, 2004.

В.Е.Давидсон Основы гидрогазодинамики в примерах и задачах. М.:Изд. Центр "Академия", 2008.

Сборник задач по газовой динамике. Часть I. Одномерные течения. Сост. Е.И.Филатов, Г.Н.Чукурумова. Казань. Казан. Ун-т., 2005.

Сборник задач по газовой динамике. Часть II. Двумерные течения. Сост. Е.И.Филатов, Г.Н.Чукурумова. Казань. Казан. Ун-т., 2006.

### **7.2. Дополнительная литература:**

Л.Г.Лойцянский Механика жидкости газа. М: Наука 1987.

Л И Седов Механика сплошной среды. В 2 томах. М. Наука, 1984.

Л В Овсянников Лекции по основам газовой динамики. М. Наука, 1981.

Г.Н. Абрамович Прикладная газовая динамика. М.,1969

Х.А Рахматуллин., А.Я. Сагомоян, А.И.Бунимович, И.Н. Зверев Газовая динамика, М., 1965

Н.С.Аржаников, Г.С. Садекова Аэродинамика больших скоростей. М., 1965

А.А.Степчков. Задачник по гидрогазовой динамике. М.,Машиностроение. 1980.

Г.С. Самойлович, В.В. Нитусов Сборник задач по гидромеханике. М., 1986

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану**

Освоение дисциплины "Газовая динамика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010800.62 "Механика и математическое моделирование" и профилю подготовки Общий профиль .

Автор(ы):

Филатов Е.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Егоров А.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.