

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Аналитические методы гидродинамики Б1.В.ДВ.4

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Маклаков Д.В.

Рецензент(ы):

Егоров А.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Поташев К. А.

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
2019

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) профессор, д.н. (профессор) Маклаков Д.В.
Кафедра аэрогидромеханики отделение механики , dmaklak@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Моделировать физические явления, связанные с течениями жидкости, на языке математики. Освоить ряд аналитических методов, применяемых в гидродинамике.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел 'Б1.В.ДВ.4 Дисциплины (модули)' основной профессиональной образовательной программы 01.03.03 'Механика и математическое моделирование (Общий профиль)' и относится к дисциплинам по выбору вариативной части. Осваивается на 3, 4 курсах в 6, 7, 8 семестрах.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью математически корректно ставить естественнонаучные задачи, знание постановок классических задач математики и механики
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью использовать методы математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач

В результате освоения дисциплины студент:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Моделировать физические явления, связанные с течениями жидкости, на языке математики. Освоить ряд аналитических методов, применяемых в гидродинамике.

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; зачет в 8 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. Кинематика плоских потенциальных течений.	6		2	2	0	
2.	Тема 2. Обтекание кругового цилиндра.	6		2	2	0	
3.	Тема 3. Обтекание цилиндра произвольного сечения: метод конформных отображений.	6		2	2	0	
4.	Тема 4. Постулат Жуковского? Чаплыгина. Профили Жуковского.	6		2	2	0	
5.	Тема 5. Формулы Жуковского и Чаплыгина для главного вектора и главного момента сил давления на профиль.	6		2	2	0	
6.	Тема 6. Фокус профиля. Теорема Чаплыгина. Статическая устойчивость профиля.	6		2	2	0	
7.	Тема 7. Обратная задача об обтекании профиля. Построение профиля по $v(s)$. Метод конформного отображения односвязных областей.	6		6	6	0	
8.	Тема 8. Источные сведения о теории струй. Метод особых точек С.А.Чаплыгина для решения плоских задач теории струйных и кавитационных течений.	7		2	2	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	
9.	Тема 9. Задача Гельмгольца о всасывании жидкости в трубку.	7		2	2	0	
10.	Тема 10. Задача Рэлея.	7		2	2	0	
11.	Тема 11. Обтекание симметричного клина.	7		2	2	0	
12.	Тема 12. Явление глассирования. Задача о глассировании плоской пластины.	7		2	2	0	
13.	Тема 13. Применение теоремы об изменении количества движения при решении задач теории струй.	7		2	2	0	
14.	Тема 14. Натекание струи на стенку (полное решение)	7		2	2	0	
15.	Тема 15. Обтекание криволинейных препятствий. Метод Леви-Чивиты.	7		4	4	0	
16.	Тема 16. Условия гладкого отрыва Бриллюэна-Вилла.	8		2	2	0	
17.	Тема 17. Формулы Леви-Чивиты для сил, действующих на криволинейное препятствие. Асимптотическое поведение струй на бесконечности. Формула Чаплыгина.	8		2	2	0	
18.	Тема 18. Аналог теоремы Кутта-Жуковского при обтекании профиля с отрывом струй (формулы Маклакова для подъемной силы и сопротивления)	8		2	2	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	
19.	Тема 19. Явление кавитации. Первое условие Бриллюэна. Теорема о вогнутости границ каверны. Парадокс Бриллюэна. Обзор различных кавитационных схем.	8		2	2	0	
20.	Тема 20. Обтекание пластинки по схеме Эффроса. Общее решение и система уравнений для определения математических параметров.	8		2	2	0	
21.	Тема 21. Вычисление сил для схемы Эффроса.	8		2	2	0	
22.	Тема 22. Обтекание пластинки по схеме Тулина-Трентьева. Общее решение и система уравнений для определения математических параметров.	8		2	2	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Зачет
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Зачет
	Итого			50	50	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Кинематика плоских потенциальных течений.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Комплексный потенциал и комплексно-сопряженная скорость. Свойства комплексного потенциала. Потенциалы простейших течений. Равномерный поток. Источник в точке z_0 . Диполь (дублет) в точке z_0 . Вихрь в точке z_0 . Вихреисточник в точке z_0 . Потенциалы особенностей высших порядков. Источник или вихрь вблизи твердой стенки (метод отражения).

практическое занятие (2 часа(ов)):

Комплексный потенциал и комплексно-сопряженная скорость. Свойства комплексного потенциала. Потенциалы простейших течений. Равномерный поток. Источник в точке z_0 . Диполь (дублет) в точке z_0 . Вихрь в точке z_0 . Вихреисточник в точке z_0 . Потенциалы особенностей высших порядков.

Тема 2. Обтекание кругового цилиндра.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Бесциркуляционное обтекание цилиндра. Циркуляционное обтекание цилиндра.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Бесциркуляционное обтекание цилиндра. Циркуляционное обтекание цилиндра.

Тема 3. Обтекание цилиндра произвольного сечения: метод конформных отображений.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Обтекание цилиндра произвольного сечения: метод конформных отображений. Обтекание эллипса. Обтекание пластинки.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Обтекание цилиндра произвольного сечения: метод конформных отображений. Обтекание эллипса. Обтекание пластинки.

Тема 4. Постулат Жуковского? Чаплыгина. Профили Жуковского.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Постулат Жуковского? Чаплыгина. Что такое крыловой профиль? Постулат Ж?Ч. Линия нулевой подъемной силы. Профили Жуковского. Параметры профиля Жуковского. Обобщенные профили Жуковского.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Постулат Жуковского? Чаплыгина. Что такое крыловой профиль? Постулат Ж?Ч. Линия нулевой подъемной силы. Профили Жуковского. Параметры профиля Жуковского. Обобщенные профили Жуковского.

Тема 5. Формулы Жуковского и Чаплыгина для главного вектора и главного момента сил давления на профиль.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Формулы Чаплыгина для главного вектора и главного момента сил давления на профиль. Обтекание одиночного профиля, теорема Кутты-Жуковского, формула Чаплыгина для главного момента. Обтекание пластинки при выполнении постулата Жуковского? Чаплыгина.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Формулы Чаплыгина для главного вектора и главного момента сил давления на профиль. Обтекание одиночного профиля, теорема Кутты-Жуковского, формула Чаплыгина для главного момента. Обтекание пластинки при выполнении постулата Жуковского? Чаплыгина.

Тема 6. Фокус профиля. Теорема Чаплыгина. Статическая устойчивость профиля.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Фокус профиля. Теорема Чаплыгина. Линия действия результирующей силы. Парабола устойчивости (метацентров). Статическая устойчивость профиля.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Фокус профиля. Теорема Чаплыгина. Линия действия результирующей силы. Парабола устойчивости (метацентров). Статическая устойчивость профиля.

Тема 7. Обратная задача об обтекании профиля. Построение профиля по $v(s)$. Метод конформного отображения односвязных областей.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Постановка обратной задачи. Параметризация, квазирешения, аналитические формулы. Программа расчета.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Постановка обратной задачи. Параметризация, квазирешения, аналитические формулы. Программа расчета.

Тема 8. Исторические сведения о теории струй. Метод особых точек С.А. Чаплыгина для решения плоских задач теории струйных и кавитационных течений.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Метод параметризации. Всасывание жидкости в трубку. Метод особых точек С.А. Чаплыгина. Принцип симметрии. Теорема Лиувилля и следствие из нее. Замечание о локальных свойствах конформных отображений.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Метод параметризации. Всасывание жидкости в трубку. Метод особых точек С.А. Чаплыгина. Принцип симметрии. Теорема Лиувилля и следствие из нее. Замечание о локальных свойствах конформных отображений.

Тема 9. Задача Гельмгольца о всасывании жидкости в трубку.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Задача Гельмгольца о всасывании жидкости в трубку. Построение dw/dt по особенностям. Таблица особенностей. Построение $dw/(v_0 dz)$ по особенностям. Годограф. Определение гидродинамических характеристик.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Задача Гельмгольца о всасывании жидкости в трубку. Построение dw/dt по особенностям. Таблица особенностей. Построение $dw/(v_0 dz)$ по особенностям. Годограф. Определение гидродинамических характеристик.

Тема 10. Задача Рэлея.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Задача Рэлея. Построение dw/dt и $w(t)$. Построение $dw/(v_0 dz)$. Гидродинамические характеристики. Истечение струи из воронки. Частные случаи задачи.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Задача Рэлея. Построение dw/dt и $w(t)$. Построение $dw/(v_0 dz)$. Гидродинамические характеристики. Истечение струи из воронки. Частные случаи задачи.

Тема 11. Обтекание симметричного клина.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Построение dw/dt и $w(t)$. Построение $dw/(v_0 dz)$. Гидродинамические характеристики.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Построение dw/dt и $w(t)$. Построение $dw/(v_0 dz)$. Гидродинамические характеристики.

Тема 12. Явление глиссирования. Задача о глиссировании плоской пластины.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Задача о глиссировании плоской пластины. Гипотеза Вагнера. План решения задачи в пакете Математика.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Задача о глиссировании плоской пластины. Гипотеза Вагнера. План решения задачи в пакете Математика

Тема 13. Применение теоремы об изменении количества движения при решении задач теории струй.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Пример 1. Задача о симметричном натекании жидкости на клин. Пример 2. Натекание струи на стенку. Применение теоремы об изменении количества движений для определения коэффициента нормального давления в задаче о глиссировании плоской пластины.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Пример 1. Задача о симметричном натекании жидкости на клин. Пример 2. Натекание струи на стенку. Применение теоремы об изменении количества движений для определения коэффициента нормального давления в задаче о глиссировании плоской пластины.

Тема 14. Натекание струи на стенку (полное решение)

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Построение dw/dt и $w(t)$. Построение $dw/(v_0 dz)$. Гидродинамические характеристики. Контрольная работа.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Построение dw/dt и $w(t)$. Построение $dw/(v_0 dz)$. Гидродинамические характеристики. Контрольная работа.

Тема 15. Обтекание криволинейных препятствий. Метод Леви-Чивиты.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Обтекание криволинейных препятствий. Метод Леви-Чивиты. Способ Некрасова задания формы дуги. Параметризация Леви-Чивиты. Основное представление искомой функции. Краевая задача для аналитической функции $\Omega(t)$. Представление $\Omega(t)$ в виде степенного ряда. Алгоритм определения коэффициентов ряда.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Обтекание криволинейных препятствий. Метод Леви-Чивиты. Способ Некрасова задания формы дуги. Параметризация Леви-Чивиты. Основное представление искомой функции. Краевая задача для аналитической функции $\Omega(t)$. Представление $\Omega(t)$ в виде степенного ряда. Алгоритм определения коэффициентов ряда.

Тема 16. Условия гладкого отрыва Бриллюэна-Вилла.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Вывод условия гладкого отрыва Бриллюэна-Вилла.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Вывод условия гладкого отрыва Бриллюэна-Вилла.

Тема 17. Формулы Леви-Чивиты для сил, действующих на криволинейное препятствие. Асимптотическое поведение струй на бесконечности. Формула Чаплыгина.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Вывод формулы Леви-Чивиты для сил, действующих на криволинейное препятствие. Асимптотическое поведение струй на бесконечности. Вывод формулы Чаплыгина.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Вывод формулы Леви-Чивиты для сил, действующих на криволинейное препятствие. Асимптотическое поведение струй на бесконечности. Вывод формулы Чаплыгина.

Тема 18. Аналог теоремы Кутта-Жуковского при обтекании профиля с отрывом струй (формулы Маклакова для подъемной силы и сопротивления)

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Вывод формулы Маклакова.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Применение формулы Маклакова

Тема 19. Явление кавитации. Первое условие Бриллюэна. Теорема о вогнутости границ каверны. Парадокс Бриллюэна. Обзор различных кавитационных схем.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Явление кавитации. Первое условие Бриллюэна. Теорема о вогнутости границ каверны. Парадокс Бриллюэна. Обзор различных кавитационных схем.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Явление кавитации. Первое условие Бриллюэна. Теорема о вогнутости границ каверны. Парадокс Бриллюэна. Обзор различных кавитационных схем.

Тема 20. Обтекание пластинки по схеме Эфроса. Общее решение и система уравнений для определения математических параметров.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Обтекание пластинки по схеме Эфроса. Общее решение и система уравнений для определения математических параметров. Вывод в пакете Математика системы уравнений для схемы Эфроса. Решение системы для схемы Эфроса с помощью программы FindRoot.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Обтекание пластинки по схеме Эфроса. Общее решение и система уравнений для определения математических параметров. Вывод в пакете Математика системы уравнений для схемы Эфроса. Решение системы для схемы Эфроса с помощью программы FindRoot.

Тема 21. Вычисление сил для схемы Эфроса.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Вывод формулы для сил в схеме Эфроса.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Вывод формулы для сил в схеме Эфроса.

Тема 22. Обтекание пластинки по схеме Тулина-Трентьева. Общее решение и система уравнений для определения математических параметров.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Обтекание пластинки по схеме Тулина-Трентьева. Общее решение и система уравнений для определения математических параметров. Вывод в пакете Математика системы уравнений для схемы Тулина-Трентьева. Решение системы для схемы Тулина-Трентьева с помощью программы FindRoot.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Обтекание пластинки по схеме Тулина-Трентьева. Общее решение и система уравнений для определения математических параметров. Вывод в пакете Математика системы уравнений для схемы Тулина-Трентьева. Решение системы для схемы Тулина-Трентьева с помощью программы FindRoot.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Кинематика плоских потенциальных течений.	6		Решение задач	4	Проверка домашних заданий
2.	Тема 2. Обтекание кругового цилиндра.	6		Решение задач	4	Проверка домашних заданий
3.	Тема 3. Обтекание цилиндра произвольного сечения: метод конформных отображений.	6		Решение задач	4	Проверка домашних заданий
4.	Тема 4. Постулат Жуковского? Чаплыгина. Профили Жуковского.	6		Решение задач	4	Проверка домашних заданий
5.	Тема 5. Формулы Жуковского и Чаплыгина для главного вектора и главного момента сил давления на профиль.	6		Решение задач	4	Проверка домашних заданий
6.	Тема 6. Фокус профиля. Теорема Чаплыгина. Статическая устойчивость профиля.	6		Решение задач	4	Проверка домашних заданий
7.	Тема 7. Обратная задача об обтекании профиля. Построение профиля по $v(s)$. Метод конформного отображения односвязных областей.	6		Решение задач	12	Проверка домашних заданий

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
8.	Тема 8. Истoические сведения о теории струй. Метод особых точек С.А.Чаплыгина для решения плоских задач теории струйных и кавитационных течений.	7		Решение задач	4	Проверка домашних заданий
9.	Тема 9. Задача Гельмгольца о всасывании жидкости в трубку.	7		Решение задач	4	Проверка домашних заданий
10.	Тема 10. Задача Рэлея.	7		Решение задач	4	Проверка домашних заданий
11.	Тема 11. Обтекание симметричного клина.	7		Решение задач	8	Проверка домашних заданий
12.	Тема 12. Явление глиссирования. Задача о глиссировании плоской пластины.	7		Решение задач	4	Проверка домашних заданий
13.	Тема 13. Применение теоремы об изменении количества движения при решении задач теории струй.	7		Решение задач	4	Проверка домашних заданий
14.	Тема 14. Натекание струи на стенку (полное решение)	7		Решение задач	4	Проверка домашних заданий
15.	Тема 15. Обтекание криволинейных препятствий. Метод Леви-Чивиты.	7		Решение задач	4	Проверка домашних заданий
20.	Тема 20. Обтекание пластинки по схеме Эфроса. Общее решение и система уравнений для определения математических параметров.	8		Решение задач	4	Проверка домашних заданий
22.	Тема 22. Обтекание пластинки по схеме Тулина-Трентьева. Общее решение и система уравнений для определения математических параметров.	8		Решение задач	4	Проверка домашних заданий

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
	Итого				80	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Программирование в пакете Математика

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

Тема 1. Кинематика плоских потенциальных течений.

Проверка домашних заданий , примерные вопросы:

Устный опрос

Тема 2. Обтекание кругового цилиндра.

Проверка домашних заданий , примерные вопросы:

Устный опрос

Тема 3. Обтекание цилиндра произвольного сечения: метод конформных отображений.

Проверка домашних заданий , примерные вопросы:

Устный опрос

Тема 4. Постулат Жуковского? Чаплыгина. Профили Жуковского.

Проверка домашних заданий , примерные вопросы:

Устный опрос

Тема 5. Формулы Жуковского и Чаплыгина для главного вектора и главного момента сил давления на профиль.

Проверка домашних заданий , примерные вопросы:

Устный опрос

Тема 6. Фокус профиля. Теорема Чаплыгина. Статическая устойчивость профиля.

Проверка домашних заданий , примерные вопросы:

Устный опрос

Тема 7. Обратная задача об обтекании профиля. Построение профиля по $v(s)$. Метод конформного отображения односвязных областей.

Проверка домашних заданий , примерные вопросы:

Устный опрос

Тема 8. Исторические сведения о теории струй. Метод особых точек С.А. Чаплыгина для решения плоских задач теории струйных и кавитационных течений.

Проверка домашних заданий , примерные вопросы:

Устный опрос

Тема 9. Задача Гельмгольца о всасывании жидкости в трубку.

Проверка домашних заданий , примерные вопросы:

Устный опрос

Тема 10. Задача Рэлея.

Проверка домашних заданий , примерные вопросы:

Устный опрос

Тема 11. Обтекание симметричного клина.

Проверка домашних заданий , примерные вопросы:

Устный опрос

Тема 12. Явление глиссирования. Задача о глиссировании плоской пластины.

Проверка домашних заданий , примерные вопросы:

Устный опрос

Тема 13. Применение теоремы об изменении количества движения при решении задач теории струй.

Проверка домашних заданий , примерные вопросы:

Устный опрос

Тема 14. Натекание струи на стенку (полное решение)

Проверка домашних заданий , примерные вопросы:

Устный опрос

Тема 15. Обтекание криволинейных препятствий. Метод Леви-Чивиты.

Проверка домашних заданий , примерные вопросы:

Устный опрос

Тема 16. Условия гладкого отрыва Бриллюэна-Вилла.

Тема 17. Формулы Леви-Чивиты для сил, действующих на криволинейное препятствие. Асимптотическое поведение струй на бесконечности. Формула Чаплыгина.

Тема 18. Аналог теоремы Кутта-Жуковского при обтекании профиля с отрывом струй (формулы Маклакова для подъемной силы и сопротивления)

Тема 19. Явление кавитации. Первое условие Бриллюэна. Теорема о вогнутости границ каверны. Парадокс Бриллюэна. Обзор различных кавитационных схем.

Тема 20. Обтекание пластинки по схеме Эфроса. Общее решение и система уравнений для определения математических параметров.

Проверка домашних заданий , примерные вопросы:

Устный опрос

Тема 21. Вычисление сил для схемы Эфроса.

Тема 22. Обтекание пластинки по схеме Тулина-Трентьева. Общее решение и система уравнений для определения математических параметров.

Проверка домашних заданий , примерные вопросы:

Устный опрос

Итоговая форма контроля

зачет (в 8 семестре)

Итоговая форма контроля

зачет (в 7 семестре)

Примерные вопросы к зачету:

1. Кинематика плоских потенциальных течений.
2. Обтекание кругового цилиндра.
3. Обтекание цилиндра произвольного сечения: метод конформных отображений.
4. Постулат Жуковского-Чаплыгина. Профили Жуковского.
5. Формулы Жуковского и Чаплыгина для главного вектора и главного момента сил давления на профиль.
6. Фокус профиля. Теорема Чаплыгина. Статическая устойчивость профиля.
 - 1) Метод особых точек С.А. Чаплыгина для решения плоских задач теории струйных и кавитационных течений. Метод параметризации.
 - 2) Всасывание жидкости в трубку. Метод особых точек С.А. Чаплыгина. Принцип симметрии. Теорема Лиувилля и следствие из нее.
 - 3) Замечание о локальных свойствах конформных отображений.
 - 4) Задача Гельмгольца о всасывании жидкости в трубку.
 - 5) Задача Рэлея.

- 6) Истечение струи из воронки. Частные случаи задачи.
 - 7) Обтекание симметричного клина.
 - 8) Явление глассирования. Задача о глассировании плоской пластины. Гипотеза Вагнера. План решения задачи в пакете Математика.
 - 9) Применение теоремы об изменении количества движения при решении задач теории струй. Пример 1. Задача о симметричном натекании жидкости на клин.
 - 10) Применение теоремы об изменении количества движения при решении задач теории струй. Пример 2. Натекание струи на стенку.
 - 11) Натекание струи на стенку (полное решение).
- 1) Способ Некрасова задания формы дуги. Параметризация Леви-Чивиты.
 - 2) Основное представление искомой функции. Краевая задача для аналитической функции $\Omega(t)$.
 - 3) Представление $\Omega(t)$ в виде степенного ряда. Алгоритм определения коэффициентов ряда.
 - 4) Условия гладкого отрыва Бриллюэна-Виила.
 - 5) Формулы Леви-Чивиты для сил, действующих на криволинейное препятствие. Асимптотическое поведение струй на бесконечности. Формула Чаплыгина.
 - 6) Аналог теоремы Кутта-Жуковского при обтекании профиля с отрывом струй (формулы Маклакова для подъемной силы и сопротивления).
 - 7) Явление кавитации. Первое условие Бриллюэна. Теорема о вогнутости границ каверны. Парадокс Бриллюэна.
 - 8) Обзор различных кавитационных схем.
 - 9) Обтекание пластинки по схеме Эффроса. Общее решение и система уравнений для определения математических параметров.
 - 10) Вычисление сил для схемы Эффроса.
 - 11) Обтекание пластинки по схеме Тулина-Трентьева. Общее решение и система уравнений для определения математических параметров.

7.1. Основная литература:

1. Нигматулин, Р. И. Механика сплошной среды : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 010701 'Фундаментальная механика и механика' и направлению подготовки 010800 'Механика и математическое моделирование'. Кинематика. Динамика. Термодинамика. Статистическая динамика / Р. И. Нигматулин . - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014 . - 639 с.
2. Андреев, В.К. Математические модели механики сплошных сред [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.К. Андреев. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 240 с.
Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/67464>.

7.2. Дополнительная литература:

1. Темам, Р. Математическое моделирование в механике сплошных сред [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р. Темам, А. Миранвиль ; под ред. Г. М. Кобелькова ; пер. И. О. Арушаняна. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. - 323 с.
Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94110>

7.3. Интернет-ресурсы:

- А.В. Гулин, О.С. Мажорова, В.А. Морозова Введение в численные методы в задачах и упражнениях - <http://www.znaniyum.com/bookread.php?book=454592>
- Бармасов, А. В. Курс общей физики для природопользователей. Колебания и волны: учеб. - <http://www.znaniyum.com/bookread.php?book=349952>

Методы научного познания: Учебное пособие / С.А. Лебедев. -

<http://www.znaniyum.com/bookread.php?book=450183>

Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU - <https://elibrary.ru>

Электронно-библиотечная система "Лань" - <https://e.lanbook.com>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Аналитические методы гидродинамики" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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

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

Учебные аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 01.03.03 "Механика и математическое моделирование" и профилю подготовки Общий профиль .

Автор(ы):

Маклаков Д.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Егоров А.Г. _____

"__" _____ 201__ г.