

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



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Теория струйных и кавитационных течений М1.ДВ.1

Направление подготовки: 010800.68 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Механика жидкости, газа и плазмы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Маклаков Д.В.

Рецензент(ы):

Егоров А.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Егоров А. Г.

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 817212414

Казань

2014

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 , Dmitri.Maklakov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является изучение и практическое освоение методов исследования линейных и нелинейных задач теории струй и кавитации. Рассматриваются задачи кавитационного обтекания подводных крыльев и гребных винтов, задачи глиссирования, проблемы учета силы тяжести и поверхностного натяжения. Изучаются математические вопросы постановок линейных и нелинейных задач, способы сведения к системам не-линейных интегральных уравнений, методы дискретизации этих уравнений и их решения на ЭВМ. В результате освоения курса студенты должны научиться решать достаточно сложные задачи со свободными границами и границами раздела. Лекционный курс сопровождается лабораторными и самостоятельными занятиями, где студенты обязаны уметь правильно реализовать изучаемые методы и решить с их помощью задачи, имеющие практический интерес.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М1.ДВ.1 Общенаучный" основной образовательной программы 010800.68 Механика и математическое моделирование и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Дисциплина входит в специальную часть профессионального цикла и является продолжением курса "Аналитические методы гидродинамики". Для ее освоения нужны перво-начальные знания из курсов механики сплошной среды и теории функций комплексного переменного.. Получаемые знания, умения и навыки необходимы для решения практических задач о движении тел в воде с большими скоростями. и используются при выполнении магистерских диссертаций по направлению "механика и математическое моделирование"

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-2 (общекультурные компетенции)	Способность общаться со специалистами из других областей (ОК-2);
ПК-1 (профессиональные компетенции)	Владение методами математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных математических дисциплин и компьютерных наук (ПК-1);
Пк-10	Способность к собственному видению прикладного аспекта в строгих математических формулировках (ПК-10);
ПК-12 (профессиональные компетенции)	Способность к определению общих форм, закономерностей, инструментальных средств для групп дисциплин (ПК-12)
ПК-14 (профессиональные компетенции)	Владение методами физического и математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин, теории эксперимента и компьютерных наук (ПК-14)

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-13 (профессиональные компетенции)	Способность к самостоятельному построению целостной картины дисциплины (ПК-13);
ПК-7 (профессиональные компетенции)	Способность к самостоятельному анализу физических аспектов в классических постановках математических задач и задач механики (ПК-7);
ПК-8 (профессиональные компетенции)	Умение публично представить собственные новые научные результаты (ПК-8);
ПК-18 (профессиональные компетенции)	Способность к преподаванию физико-математических дисциплин и информатики в средней школе, средних специальных и высших учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения (ПК-18)

В результате освоения дисциплины студент:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

В результате освоения данной дисциплины обучающийся должен:

1. Понимать сущность постановок задач теории струй и кавитации.
2. Освоить математические методы, применяемые в теории струй.
3. Уметь применять эти методы для решения типичных струйных и кавитационных задач.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 1 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. Применение теоремы об изменении количества движений к задачам теории струй. Натекание струи на стенку.	1	1-2	2	2	0	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Обтекание криволинейных препятствий. Метод Леви-Чивиты.	1	3-4	2	2	0	устный опрос
3.	Тема 3. Формулы Леви-Чивиты для сил, действующих на криволинейное препятствие.	1	5-6	2	2	0	устный опрос
4.	Тема 4. Аналог теоремы Кутта-Жуковского при обтекании	1	7-8	2	2	0	контрольная работа
5.	Тема 5. Обратная задача кавитационного обтекания гидропрофиля	1	9-10	2	2	0	устный опрос
6.	Тема 6. Явление кавитации	1	11-16	2	6	0	устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	зачет
	Итого			12	16	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Применение теоремы об изменении количества движений к задачам теории струй. Натекание струи на стенку.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Лекция 1. Применение теоремы об изменении количества движений к задачам теории струй. Формула сопротивления для струйного обтекания клина. Сила набегающей струи, действующая на плоскую стенку, формулы для расходов. Полное решение задачи о натекании струи на плоскую стенку.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Практическое занятие 1. Силы набегающей струи, действующие на клин и плоскую стенку. Метод особых точек Чаплыгина для задачи о плоской стенке.

Тема 2. Обтекание криволинейных препятствий. Метод Леви-Чивиты.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Лекция 2. Обтекание криволинейных препятствий. Параметризация Леви-Чивиты. Краевая задача для аналитической функции в параметрической плоскости. Вторая часть метода Леви-Чивиты (представление искомой функции функции в виде ряда). Условия гладкого отрыва Бриллюена-Вилла

практическое занятие (2 часа(ов)):

Практическое занятие 2. Построение основных функций в параметрическом полукруге. Выделение особенностей. Ряд Леви-Чивиты. Представление условий гладкого отрыва через коэффициенты ряда.

Тема 3. Формулы Леви-Чивиты для сил, действующих на криволинейное препятствие.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Лекция 3. Формулы Леви-Чивиты для сил, действующих на криволинейное препятствие. Асимптотическое поведение струй на бесконечности. Формула Чаплыгина.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Практическое занятие 3. Представление сил, действующих на криволинейное препятствие через коэффициенты ряда. Парабола Чаплыгина.

Тема 4. Аналог теоремы Кутта-Жуковского при обтекании

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Лекция 4. Аналог теоремы Кутта-Жуковского при обтекании профиля с отрывом струй (формулы Маклакова для подъемной силы и сопротивления).

практическое занятие (2 часа(ов)):

Практическое занятие 4. Контрольная работа

Тема 5. Обратная задача кавитационного обтекания гидропрофиля

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Лекция 5. Постановка обратной задача кавитационного обтекания гидропрофиля. Условия согласования. Общее решение обратной задачи кавитационного обтекания гидропрофиля. Метод вычисления интеграла сингулярного интеграла.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Практическое занятие 5. Представлений основных функций в параметрической полуплоскости через распределение скоростей. Вычисления интеграла типа Коши на отрезке.

Тема 6. Явление кавитации

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Лекция 6. Явление кавитации. Первое условие Бриллюена. Теорема о вогнутости стенок каверны. Парадокс Бриллюена. Обзор кавитационных схем. Обтекание пластины по схеме Эфроса. Формулы для силы. Основные уравнения. Обтекание пластины по схеме Тулина-Терентьева

практическое занятие (6 часа(ов)):

Практическое занятие 6. Схемы Рябушинского, Ву, Жукоского-Рошко-Эпплера, Тулина, Тулина-Терентьева и Эфроса. Практическое занятие 7. Метод Чаплыгина для схемы Тулина-Терентьева Практическое занятие 8. Метод Чаплыгина для схемы Эфроса

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. Применение теоремы об изменении количества движений к задачам теории струй. Натекание струи на стенку.	1	1-2	подготовка к устному опросу	7	устный опрос
2.	Тема 2. Обтекание криволинейных препятствий. Метод Леви-Чтивиты.	1	3-4	подготовка к устному опросу	7	устный опрос
3.	Тема 3. Формулы Леви-Чивиты для сил, действующих на криволинейное препятствие.	1	5-6	подготовка к устному опросу	7	устный опрос
4.	Тема 4. Аналог теоремы Кутта-Жуковского при обтекании	1	7-8	подготовка к устному опросу	7	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. Обратная задача кавитационного обтекания гидропрофиля	1	9-10	подготовка к устному опросу	7	устный опрос
6.	Тема 6. Явление кавитации	1	11-16	подготовка к устному опросу	9	устный опрос
	Итого				44	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Активные и интерактивные формы, лекции, семинарские занятия, контрольная работа, зачет. В течение учебного года студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару, самостоятельно изучают и докладывают на семинарах отдельные темы курса. К экзамену допускаются студенты, сдавшие все задачи и показавшие положительные результаты по текущей работе в течение семестра

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

Тема 1. Применение теоремы об изменении количества движений к задачам теории струй. Натекание струи на стенку.

устный опрос, примерные вопросы:

1) В чем суть применения теоремы об изменении количества движений? 2) Как найти отношение расходов для плоской стенки? 3) Какие особенности имеет функция dw/dt ? 4) Куда направлена сила, действующая на плоскую стенку? 5) От чего зависит величина силы, действующей на клин? 6) Какие особенности имеет функция dw/dt ?

Тема 2. Обтекание криволинейных препятствий. Метод Леви-Чивиты.

устный опрос, примерные вопросы:

1) В чем состоит идея метода Леви-Чивиты? 2) Какие особенности имеет функция dw/dz ? 3) Что будет, если условия гладкого отрыва не выполнены? 4) В чем состоит идея выделения особенностей? 5) Какие особенности имеет функция $\ln(dw/dz)$? 6) Сколько коэффициентов нужно взять в ряде Леви-Чивиты?

Тема 3. Формулы Леви-Чивиты для сил, действующих на криволинейное препятствие.

устный опрос, примерные вопросы:

1) Какие математические параметры содержат формулы Леви-Чивиты для сил? 2) Как математические параметры связаны с коэффициентами ряда? 3) Какую роль играет второй коэффициент в ряде Леви-Чивиты? 4) Какую роль играет параметр δ ? 5) Физический смысл первой производной функции Леви-Чивиты? 6) Физический смысл второй производной функции Леви-Чивиты?

Тема 4. Аналог теоремы Кутта-Жуковского при обтекании

устный опрос, примерные вопросы:

1) Почему формула Маклакова для подъемной силы эквивалентна формуле Кутты-Жуковского? 2) Что в этой формуле играет роль циркуляции? 3) Можно ли найти подъемную силу и сопротивление по распределению скорости? 4) Записать формулу Маклакова для подъемной силы. 5) Записать формулу Маклакова для сопротивления. 6) Что такое гидродинамическое качество?

Тема 5. Обратная задача кавитационного обтекания гидропрофиля

устный опрос, примерные вопросы:

- 1) В чем суть обратной задачи? 2) Какую область удобно выбрать в качестве параметрической.
- 3) Записать формулу решения задачи Шварца для нижней полуплоскости. 4) Есть ли в обратной задаче кавитационного обтекания условия разрешимости? 5) Какая аналитическая функция требует применения формулы Шварца? 6) С помощью какой простой задачи можно выделить особенности у $\ln(dw/dz)$?

Тема 6. Явление кавитации

устный опрос, примерные вопросы:

- 1) В чем суть первого условия Бриллюена? 2) В чем суть парадокса Бриллюена? 3) Изобразить на доске схему Эфроса? 4) Изобразить на доске схему Тулина? 5) Изобразить на доске схему Жуковского-Рошко-Эпплера? 6) Изобразить на доске схему Ву?

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Проверка теоретических знаний и практических навыков осуществляется по 100-балльной рейтинговой системе, принятой к КФУ. 50 баллов отводится для оценки текущей успеваемости, 50 - для оценки на зачете. В конце семестра проводится контрольная работа.

Зачет принимается в конце 9-ого семестра. зачет ставится, если сумма баллов текущей успеваемости и оценки на зачете превышает 51.

Вопросы зачета

Теория струйных и кавитационных течений

- 1) Применение теоремы об изменении количества движений к задачам теории струй. Формула сопротивления для струйного обтекания клина.
- 2) Применение теоремы об изменении количества движений к задачам теории струй. Сила набегающей струи, действующая на плоскую стенку, формулы для расходов.
- 3) Полное решение задачи о натекании струи на плоскую стенку.
- 4) Обтекание криволинейных препятствий. Параметризация Леви-Чивиты. Краевая задача для аналитической функции (t) в параметрической плоскости. Вторая часть метода Леви-Чивиты.
- 5) Условия гладкого отрыва Бриллюена-Вилла.
- 5) Формулы Леви-Чивиты для сил, действующих на криволинейное препятствие.
- 6) Асимптотическое поведение струй на бесконечности. Формула Чаплыгина.
- 7) Аналог теоремы Кутта-Жуковского при обтекании профиля с отрывом струй (формула Маклакова для подъемной силы).
- 8) Аналог теоремы Кутта-Жуковского при обтекании профиля с отрывом струй (формула Маклакова для сопротивления).
- 9) Постановка обратной задачи кавитационного обтекания гидропрофиля. Условия согласования.
- 10) Общее решение обратной задачи кавитационного обтекания гидропрофиля.
- 11) Метод вычисления интеграла типа Коши по отрезку
- 12) Явление кавитации. Первое условие Бриллюена. Теорема о вогнутости стенок каверны. Парадокс Бриллюена. Обзор кавитационных схем.
- 13) Обтекание пластины по схеме Эфроса. Формулы для силы.
- 14) Обтекание пластины по схеме Эфроса. Основные уравнения.
- 15) Обтекание пластины по схеме Тулина-Терентьева

Варианты контрольной

Всего 18 вариантов с одним и тем же вопросам:

По заданным картине течения и параметрической плоскости построить функции dw/dt и dw/dz

(Рисунки привести не могу)

7.1. Основная литература:

Механика сплошной среды, Нигматулин, Роберт Искандерович, 2014г.

Особенности численной реализации методов решения прямых и обратных краевых задач аэрогидродинамики, Марданов, Ренат Фаритович, 2013г.

Николаенко В.Л. Механика - М: Новое знание, 2011. - 636 с.

<http://e.lanbook.com/view/book/2911/>

Давыдова М.А. Лекции по гидродинамике. - М.: Физматлит, 2011. - 216 с.

<http://e.lanbook.com/view/book/5264/>

7.2. Дополнительная литература:

Покровский В.В. Механика. Методы решения задач: учебное пособие. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 253 с.

<http://e.lanbook.com/view/book/8713/>

Сретенский Л.Н. Теория волновых движений жидкости. М.: Наука. 1977. 817 с.

7.3. Интернет-ресурсы:

Бармасов, А. В. Курс общей физики для природопользователей. Колебания и волны: учеб. пособие / А. В. Бармасов, В. Е. Холмогоров / Под ред. А. П. Бобровского. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2009. ? 256 с. - <http://www.znaniium.com/bookread.php?book=349952>

Введение в численные методы в задачах и упражнениях: Уч. пос./ А.В. Гулин и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М: АРГАМАК-МЕДИА, 2014. - 368 с. -

<http://www.znaniium.com/bookread.php?book=454592>

Гидравлика: Учебное пособие / Б.В. Ухин. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 464 с. -

<http://www.znaniium.com/bookread.php?book=375072>

Гидрогазодинамика: Учебное пособие / А.А. Кудинов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 336 -

<http://www.znaniium.com/bookread.php?book=410288>

Методы научного познания: Учебное пособие / С.А. Лебедев. - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 272 с - <http://www.znaniium.com/bookread.php?book=450183>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Теория струйных и кавитационных течений" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

учебные аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий, компьютерный класс с установленным пакетом МАТЕМАТИКА 7.0

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010800.68 "Механика и математическое моделирование" и магистерской программе Механика жидкости, газа и плазмы .

Автор(ы):

Маклаков Д.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Егоров А.Г. _____

"__" _____ 201__ г.