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 подписьк

Программа дисциплины

<u>Краевые задачи гидродинамики</u> Б2.ДВ.2

Направление подготовки: <u>0101</u>	<u> 100.62 - Математика</u>
Профиль подготовки: Общий п	<u>ірофиль</u>

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: <u>очное</u> Язык обучения: <u>русский</u>

Автор(ы):<u>Каюмов И.Р.</u> **Рецензент(ы):**Кац Б.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Обно	сов Ю.В				
Протокол заседания кафедры No	OT "_	"	201	_Γ	
Учебно-методическая комиссия И	нститута	математи	ики и механики	им. Н.И	. Лобачевского :
Протокол заседания УМК No	_ от "	<u>"</u>	201г		

Регистрационный No 81722614

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) доцент, д.н. (доцент) Каюмов И.Р. Кафедра дифференциальных уравнений отделение математики, Ilgis.Kayumov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) "Краевые задачи гидродинамики" являются: ознакомление студентов с методами комплексного анализа для решения краевых задач гидродинамики; получение навыков построения различных моделей задач гидродинамики

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б2.ДВ.2 Общепрофессиональный" основной образовательной программы 010100.62 Математика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина входит в вариативную часть дисциплин по выбору профессионального цикла. Получаемые знания необходимы для понимания последующих дисциплин по выбору, а также образуют фундамент при изучении актуального раздела современной механики "Гидродинамика".

Слушатели должны владеть знаниями по дисциплине математический анализ, комплексный анализ, уравнения в частных производных.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции				
ОК-10 (общекультурные компетенции)	умением находить, анализировать и контекстно обрабатывать научно-техническую информацию				
ОК-5 (общекультурные компетенции)	способностью к самокритике и критике				

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

физическую постановку рассматриваемых задач и место, которое аналитические методы занимают в общем спектре подходов к их исследованию

2. должен уметь:

ориентироваться в современном состоянии гидродинамики и проблемах этой теории, допускающих замкнутое решение с использованием методов теории функций комплексного переменного

3. должен владеть:

различными методами решения краевых задач гидродинамики, включая приближенные

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Решать различные прикладные задачи гидродинамики, применяя методы комплексного анализа.



4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины 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. Тема. Математические модели жидкой среды.	7	1-4	4	4	0	устный опрос
2.	Тема 2. Тема. Базовые теоремы комплексного анализа.	7	5-8	4	4	0	устный опрос
3.	Тема 3. Тема. Конформные и квазиконформные отображения.	7	9-13	4	4	0	устный опрос
4.	Тема 4. Тема. Качественные модели сверхзвуковых течений.	7	14-18	6	6	0	устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
	Итого			18	18	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Тема. Математические модели жидкой среды.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

1. Несжимаемая невязкая жидкость (основные уравнения, потенциальность, установившиеся движения, плоское движение, осесимметрическое движение, движение с заданной завихренностью). 2. Сжимаемость (основные уравнения, упрощающие предположения, плоские установившиеся течения, уравнение для потенциала, звуковой барьер, характеристики, мелкая вода).

практическое занятие (4 часа(ов)):

3. Вязкая несжимаемая жидкость (уравнения Навье-Стокса, диссипация энергии, граничные условия, учет вязкости, уравнение Гельмгольца). 4. Размерностный подход (размерности, пи-теорема, автомодельность, удар струи о плоскость, сфера в вязкой жидкости, диффузия вихревой нити).

Тема 2. Тема. Базовые теоремы комплексного анализа. *лекционное занятие (4 часа(ов)):*

5. Комплексные числа и аналитические функции (модуль и аргумент числа, дифференцирование комплексных функций, физический и геометрический смысл аналитичности, квазиконформные отображения). 6. Гармонические функции (связь с аналитическими функциями, задача Дирихле, связь с конформными отображениями).

практическое занятие (4 часа(ов)):

7. Комплексные числа и аналитические функции (модуль и аргумент числа, дифференцирование комплексных функций, физический и геометрический смысл аналитичности, квазиконформные отображения). 8. Гармонические функции (связь с аналитическими функциями, задача Дирихле, связь с конформными отображениями).

Тема 3. Тема. Конформные и квазиконформные отображения. *лекционное занятие (4 часа(ов)):*

9. Задача Римана (существование и единственность, примеры, течение в канале, обтекание тел). 10. Нелинейные квазиконформные отображения (обобщение понятия квазиконформности, производные системы).

практическое занятие (4 часа(ов)):

11. Вариационные принципы (основной принцип, количественные уточнения, другие области, граничные производные, узкие полосы, сильно эллиптические системы). 12. Приближенные методы (численные методы, вариационные методы, пристрелочный метод).

Тема 4. Тема. Качественные модели сверхзвуковых течений.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

13. Гиперболические конформные отображения (условия отобразимости, области типа полуплоскости, области типа полосы, влияние вариации границы). 14. Модели уравнений газовой динамики (классические уравнения, выбор модели, геометрия модели).

практическое занятие (6 часа(ов)):

15. Примеры сверхзвуковых задач (течение в канале, обтекание угла). 16. Задачи с переходом через скорость звука (задача о сопле, сверхзвуковые включения, задача о склейке).

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

ı	N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1	,	Гема 1. Тема. Математические модели жидкой среды.	7	I I-4 I	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
2	2. ⊤	Гема 2. Тема. Базовые георемы комплексного анализа.	7	ו ה-תו	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
3	3. k	Гема 3. Тема. Конформные и квазиконформные отображения.	7	1 9-1.5 1	подготовка к устному опросу	10	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Тема. Качественные модели сверхзвуковых течений.	7	14-10	подготовка к устному опросу	10	устный опрос
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Освоение дисциплины "Краевые задачи гидродинамики" предполагает использование в основном традиционных средств -лекции и практические/семинарские занятия. Проведение ряда семинарских занятий по современным моделям гидродинамики предполагает использование программных средств - современных математических пакетов (Mathematica, MatLab и др.)

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

Тема 1. Тема. Математические модели жидкой среды.

устный опрос, примерные вопросы:

1. Несжимаемая невязкая жидкость (основные уравнения, потенциальность, установившиеся движения, плоское движение, осесимметрическое движение, движение с заданной завихренностью). 2. Сжимаемость (основные уравнения, упрощающие предположения, плоские установившиеся течения, уравнение для потенциала, звуковой барьер, характеристики, мелкая вода). 3. Вязкая несжимаемая жидкость (уравнения Навье-Стокса, диссипация энергии, граничные условия, учет вязкости, уравнение Гельмгольца). 4. Размерностный подход (размерности, пи-теорема, автомодельность, удар струи о плоскость, сфера в вязкой жидкости, диффузия вихревой нити).

Тема 2. Тема. Базовые теоремы комплексного анализа.

устный опрос, примерные вопросы:

1. Комплексные числа и аналитические функции (модуль и аргумент числа, дифференцирование комплексных функций, физический и геометрический смысл аналитичности, квазиконформные отображения). 2. Гармонические функции (связь с аналитическими функциями, задача Дирихле, связь с конформными отображениями).

Тема 3. Тема. Конформные и квазиконформные отображения.

устный опрос, примерные вопросы:

1. Задача Римана (существование и единственность, примеры, течение в канале, обтекание тел). 2. Нелинейные квазиконформные отображения (обобщение понятия квазиконформности, производные системы). 3. Вариационные принципы (основной принцип, количественные уточнения, другие области, граничные производные, узкие полосы, сильно эллиптические системы). 4. Приближенные методы (численные методы, вариационные методы, пристрелочный метод).

Тема 4. Тема. Качественные модели сверхзвуковых течений.

устный опрос, примерные вопросы:

1. Гиперболические конформные отображения (условия отобразимости, области типа полуплоскости, области типа полосы, влияние вариации границы). 2. Модели уравнений газовой динамики (классические уравнения, выбор модели, геометрия модели). 3. Примеры сверхзвуковых задач (течение в канале, обтекание угла). 4. Задачи с переходом через скорость звука (задача о сопле, сверхзвуковые включения, задача о склейке).

Тема. Итоговая форма контроля



Примерные вопросы к зачету:

В течение семестра студенты делают доклады на семинарах по темам, перечисленным в приведенной программе.

Зачет по семинарским занятиям проводится в форме написания реферата по соответствующему разделу программы с приведением результатов численных расчетов, проведенных с помощью пакета Mathematica.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

- 1. Несжимаемая невязкая жидкость (Основные уравнения)
- 2. Сжимаемость (Основные уравнения)
- 3. Звуковой барьер (Эффект гиперболичности)
- 4. Уравнения Навье-Стокса
- 5. Роль граничных условий в уравнениях Навье-Стокса и Эйлера
- 6. Диссипация энергии
- 7. Размерности, Автомодельность
- 8. Сфера в вязкой жидкости
- 9. Физический и геометрический смысл аналитичности
- 10. Гармонические функции. Задача Дирихле
- 11. Задача Римана
- 12. Квазиконформные отображения
- 13. Вариационные принципы
- 14. Приближенные методы решения уравнений
- 15. Модель уравнений газовой динамики
- 16. Задачи с переходом через скорость звука

7.1. Основная литература:

Вариационное исчисление и интегральные уравнения, Даишев, Ринат Абдурашидович; Кузнецова, Алла Юрьевна; Патрин, Евгений Владимирович, 2013г.

Дифференциальные уравнения, Эльсгольц, Лев Эрнестович, 2013г.

Уравнения математической физики, Бушманова, Галина Владимировна, 2011г.

1. Ильин А.М. Уравнения математической физики. Физматлит, 2009, - 192 с.

Адрес в сети: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1 id=2181

2. Романко В.К. Курс дифференциальных уравнений и вариационного исчисления. Изд-во: "Бином. Лаборатория знаний", 2013, -344 с.

Адрес в сети: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42609

3. Бибиков Ю. Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. Изд-во "Лань", 2011, - 304 с.

Адрес в сети: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1 id=1542

7.2. Дополнительная литература:

Справочник по высшей математике, Выгодский, Марк Яковлевич, 2006г.

Нелинейный функциональный анализ и его приложения к уравнениям в частных производных, Свешников, Алексей Георгиевич; Альшин, Александр Борисович; Корпусов, Максим Олегович, 2008г.

Теория функций комплексной переменной, Свешников, Алексей Георгиевич;Тихонов, Андрей Николаевич, 2010г.



- 1. М.А. Лаврентьев, Б.В. Шабат. Методы теории функций комплексного переменного. М. Наука. 1987. (в библиотеке имеется 93 экз.)
- 2. Л.И. Волковыский, Г.Л. Лунц, И.Г. Араманович. Сборник задач по теории функций комплексного переменного. М. Наука. 1970.
- 3. Гахов Ф.Д., Краевые задачи. М., "Наука", 1977, 640 с
- 4. М.А. Лаврентьев, Б.В. Шабат. "Проблемы гидродинамики и их математические модели", "Наука", 1977.
- 5. Елизаров А.М., Касимов А.Р., Маклаков Д.В. Задачи оптимизации формы в аэрогидродинамике. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. 480 с.

7.3. Интернет-ресурсы:

Fluid dynamics - http://en.wikipedia.org/wiki/Fluid_dynamics

Гидродинамика -

http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B8%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%

Гидродинамика - http://old.kpfu.ru/f5/bin_files/posob1.pdf

Теоретическая физика: Учебное пособие для вузов. В 10 т. Т. VI. Гидродинамика -

http://www.knigafund.ru/books/87564

Численное решение краевых задач -

http://www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&jrnid=sm&paperid=4873&option_lang=rus

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Краевые задачи гидродинамики" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. 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.

учебные аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010100.62 "Математика" и профилю подготовки Общий профиль .



Автор(ы): Каюмов И.Р.		
""	_201 г.	
Рецензент(ы): Кац Б.А.		
"		