

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Факультет компьютерных технологий и прикладной математики
Кафедра прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научной работе и
инновациям
Барышев М.Г.
«»
2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.1.2
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ
ГИДРОДИНАМИКИ

Направление подготовки

09.06.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль подготовки

05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Форма обучения

Очная и заочная

Рабочая программа дисциплины Математические модели и инструментальные средства в экономике составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки аспирантов 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, профиля 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 875 от 30 июля 2014 г.

Программу составил: М.И. Дроботенко – доцент кафедры математических и компьютерных методов, к. ф.-м. н.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры прикладной математики № 7 «18» апреля 2018г.

Заведующий кафедрой прикладной математики
д.ф.-м.н., профессор М.Х. Уртенев

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики № 1 «20» апреля 2018г.

Председатель УМК факультета компьютерных технологий и прикладной математики к.ф.-м.н., доцент К.В. Малыхин

Рецензенты:

Шапошникова Татьяна Леонидовна.

Доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор. Почетный работник высшего профессионального образования РФ. Директор института фундаментальных наук (ИФН) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

Марков Виталий Николаевич.

Доктор технических наук. Профессор кафедры информационных систем и программирования института компьютерных систем и информационной безопасности (ИКСИБ) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

1. Цели и задачи учебной дисциплины

1.1 Цели изучения дисциплины определены государственным образовательным стандартом высшего образования и соотнесены с общими целями ООП ВО по направлению подготовки направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, профиль подготовки 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, в рамках которой преподается дисциплина.

Цель освоения дисциплины – формирование углубленных знаний по гидродинамике: основным моделям идеальной, вязкой несжимаемой жидкости, основным уравнениям и законам, построение проекционных сходящихся алгоритмов некоторых течений.

1.2 Задачи освоения дисциплины «Компьютерное моделирование в задачах гидродинамики»: получение базовых теоретических сведений о решении основных задач обтекания крыловидных профилей и задач построения вихревых течений в ограниченных областях, численных расчетов некоторых характеристик течения.

При освоении дисциплины вырабатывается общематематическая культура: умение логически мыслить, проводить доказательства основных утверждений, устанавливать логические связи между понятиями, применять полученные знания для решения некоторых задач гидродинамики, краевых задач основных уравнений математической физики, в частности, задач Дирихле, Неймана и Робена. Получаемые знания лежат в основе математического образования и служат развитию навыков математического моделирования, применения численных методов и программных комплексов.

1.3. Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Компьютерное моделирование в задачах гидродинамики» относится к вариативной части (В) (Б1) дисциплины по выбору (ДВ), являющегося структурным элементом ООП ВО.

Данная дисциплина тесно связана с такими дисциплинами цикла (Б1), как Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, Математические методы и модели нанотехнологий. Она направлена на формирование твердых теоретических знаний и практических навыков работы с известными математическими методами и моделями гидродинамики.

Для её успешного усвоения необходимы знания, умения и компетенции, приобретаемые при изучении следующих дисциплин: линейная алгебра, математический анализ, дифференциальные уравнения, функциональный анализ, языки программирования, уравнения математической физики и численные методы в рамках дисциплин ООП бакалавриата и магистратуры.

Изучение этой дисциплины готовит обучаемых к различным видам как практической, так и теоретической, исследовательской деятельности.

1.4. Компетенции аспиранта, формируемые в результате освоения учебной дисциплины

Дисциплина формирует следующие компетенции, которыми должен обладать выпускник, освоивший программу аспирантуры в соответствии с задачами профессиональной деятельности и целями основной образовательной программы:

Код компетенции	Формулировка компетенции
УК-2	способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки
ОПК-2	владение культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий
ПК-2	глубоко понимает и творчески использует в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин
ПК-3	способность к методам математического моделирования, численным методам и разработке программных комплексов

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

	• Структура компетенции		
	• Знать	• Уметь:	• Владеть:
УК-2	основные методы проектирования и осуществления комплексных исследований, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области математических методов и моделей гидродинамики	понимать и творчески использовать методы проектирования и осуществления комплексных исследований, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области математических методов и моделей гидродинамики	способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области математических методов и моделей гидродинамики
ОПК-2	особенности культуры научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий	Использовать в профессиональной деятельности современные информационно-коммуникационные технологии	культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий

ПК-2	фундаментальные и прикладные разделы специальных дисциплин в области математических методов и моделей	творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин	приемами и методами творческого использования в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин в области математических методов и моделей
ПК-3	основные методы математического моделирования, численные методы и особенности разработки программных комплексов в области гидродинамики	использовать методы математического моделирования, численных методов и разрабатывать программные комплексы в области гидродинамики	способностью к методам математического моделирования, численным методам и разработке программных комплексов в области гидродинамики

2.Объем дисциплины и виды учебной работы

Для ОФО:

Вид работы	Трудоемкость, часов
	2 курс
Общая трудоемкость	144
Аудиторная работа:	
<i>Лекции (Л)</i>	8
<i>Практические работы (ПР)</i>	18
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	
Самостоятельная работа:	
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	
Расчетно-графическое задание (РГЗ)	
Реферат (Р)	
Эссе (Э)	
КСР	
Контроль (К)	
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	91
Подготовка и сдача экзамена	27
Вид итогового контроля	экзамен

Содержание и структура учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часов.

Учебно-тематический план очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела, темы	Всего	Аудиторные занятия				СР.	Контроль
			Всего	Л	ЛР	ПР		
1.	Основные уравнения гидродинамики	30	6	2		4	20	4
2.	Течения в ограниченной области	39	6	2		4	29	4
3.	Основы метода базисных потенциалов	33	6	2		4	22	5
4.	Метод базисных потенциалов в задачах обтекания профиля	42	8	2		6	20	14
	Итого:	144		8		18	91	27

Для ЗФО:

Вид работы	Трудоемкость, часов	
	3 курс	4 курс
Общая трудоемкость	144	
Аудиторная работа:		
Лекции (Л)	4	4
Практические работы (ПР)		
Лабораторные работы (ЛР)	6	6
Самостоятельная работа:		
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)		
Расчетно-графическое задание (РГЗ)		
Реферат (Р)		
Эссе (Э)		
КСР		
Контроль (К)		
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	62	32
Подготовка и сдача экзамена		30
Вид итогового контроля	экзамен	

Содержание и структура учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часов.

Учебно-тематический план очной формы обучения

п/п	Наименование раздела, темы	Всего	Аудиторные занятия 3+4 курс				СР. 3+4 курс	Контроль
			Всего	Л	ЛР	ПР		
1.	Основные уравнения гидродинамики	32	6	2	4		22	4
2.	Течения в ограниченной области	39	6	2	4		29	4

3.	Основы метода базисных потенциалов	29	2	2			22	5
4.	Метод базисных потенциалов в задачах обтекания профиля	42	6	2	4		22	14
	Итого:	144		8	12		94	27

Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Основные уравнения гидродинамики	Уравнение Навье-Стокса. Уравнение Стокса. Задачи, приводящие к уравнению Пуассона	Опрос по результатам индивидуального задания
2	Течения в ограниченной области	Алгоритмы потенциальных течений. Задача Стокса. Вихревые течения в канале. Численные решения	Опрос по результатам индивидуального задания
3	Основы метода базисных потенциалов	Основы метода базисных потенциалов	Опрос по результатам индивидуального задания
4	Метод базисных потенциалов в задачах обтекания профиля	Решение задач обтекания профиля	Проверка индивидуальных расчетных заданий

Лабораторные занятия

Основная цель лабораторных занятий состоит в приобретении навыков построения и анализа компьютерных моделей основных задач гидродинамики, проведения вычислительного эксперимента, выявлении имеющихся проблем, обосновании возможных путей их решения. Самостоятельная работа аспирантов на основе изучения основной и дополнительной научной литературы позволяют закрепить полученные знания, расширить круг задач, рассмотренных на лекциях практических занятиях.

Темы лабораторных занятий

1. Используя алгоритм аппроксимации базисными потенциалами и ме-

тод наименьших квадратов, аппроксимировать функцию, равную константе на заданном контуре, при разных значениях N и различном выборе базисных точек.

2. Внутренняя задача Дирихле. Для заданной на контуре функции, выбранного значения N и базисных точек построить матрицу и правый столбец соответствующей системы линейных алгебраических уравнений.

3. Внутренняя задача Неймана. Требуется построить матрицу и правый столбец системы для заданной на контуре функции, выбранного значения N и базисных точек.

4. Внешняя задача Неймана. Требуется для заданной граничной функции выбранного значения N и базисных точек построить матрицу и правый столбец соответствующей системы линейных алгебраических уравнений.

5. Первая краевая задача уравнения Пуассона. Построить приближенную задачу для отыскания приближенного решения.

6. Вторая краевая задача уравнения Пуассона. Построить приближенную задачу для отыскания приближенного решения.

Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Одним из главных методов изучения курса «Компьютерное моделирование в задачах гидродинамики» является самостоятельная работа аспирантов с учебной, научной и другой рекомендуемой преподавателем литературой.

Цель самостоятельной работы – расширение кругозора и углубление знаний в области применения компьютерных методов анализа конкретных гидродинамических задач. Самостоятельная работа ведется в двух аспектах:

1) по теоретическим вопросам:

- конспекты изученного материала,
- реферат;

2) по практическим вопросам – в электронном или на бумажном носителе отчет о выполненных лабораторных работах, расчетах, созданном программном продукте, результатах исследований.

Практическое занятие позволяет научить аспиранта применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач. Это обусловлено тем, что в процессе исследования часто встречаются задачи, для которых единых подходов не существует. Каждая конкретная задача при своем исследовании имеет множество подходов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций. Этот подход особенно широко используется при определении адекватности математической модели и результатов вычислительного эксперимента.

Задания для самостоятельной работы

Теоретические вопросы:

1. Уравнения движения.
2. Основные задачи гидродинамики.
3. Задачи, приводящие к уравнению Пуассона.

4. Основные методы решения задач математической физики.
5. Метод базисных потенциалов.
6. Применение МБП для решения задач гидродинамики.

Практические задания:

1. Решить задачу об аппроксимации функции, заданной на контуре при различных значениях N и различном выборе базисных точек.
2. Внутренняя задача Дирихле. Решить задачу при различных значениях N и различном выборе базисных точек.
3. Внутренняя задача Неймана. Решить задачу при различных значениях N и различном выборе базисных точек.
4. Внешняя задача Неймана. Решить задачу при различных значениях N и различном выборе базисных точек.
5. Первая краевая задача уравнения Пуассона. Решить задачу при различных значениях N и различном выборе базисных точек.
6. Вторая краевая задача уравнения Пуассона. Решить задачу при различных значениях N и различном выборе базисных точек.

Темы рефератов

Тема 1. Основные задачи гидродинамики.

Тема 2. Основы теории потенциала.

Тема 3. Теоретические основы метода базисных потенциалов.

Тема 4. Метод базисных потенциалов для решения задач гидродинамики.

Формы контроля за выполнением самостоятельной работы

Для промежуточного контроля аспиранты предоставляют отчёт в электронном или печатном виде по результатам изучения теоретических вопросов и выполнения заданий к самостоятельной работе.

3. Образовательные технологии

Используется как традиционная информационно-объяснительная подача материала, так и интерактивная подача материала с мультимедийной системой. Компьютерные технологии в данном случае обеспечивают возможность разнопланового отображения алгоритмов и демонстрационного материала. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведённое время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

Занятия в диалоговом режиме предполагают обсуждение вопросов по рекомендованной к изучению литературе и документам, а также вопросы на знание проблем и противоречий изучаемой темы, раскрывающие отношение слушателей к этим проблемам и противоречиям.

Лекции представляют собой систематические обзоры основных математических методов и моделей гидродинамики.

Лабораторное занятие позволяет научить аспирантов применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач гидродинамики.

Индивидуальные задания связаны с настоящей или будущей профессиональной деятельностью аспиранта. В этом качестве могут использоваться: задания на разработку программного продукта для решения конкретных задач гидродинамики;

задания на проведение численного эксперимента и анализ конкретной гидродинамической задачи.

Семинары предполагают использование дополнительных методов освоения учебного материала, в том числе:

доклад по материалам статьи (исследования);
обзорный доклад по изучаемой проблеме.

Проведение экзамена предпочтительно проводить в форме конференции аспирантов, посвященной обзору области математических методов и моделей гидродинамики и инновационных процессов и, одновременно, проектированию оригинальных инновационных решений.

4.ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций. Самостоятельная работа аспирантов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе, написания рефератов и выполнения самостоятельных расчетных заданий.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля и итоговой аттестации (экзамена).

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Уравнения движения.
2. Основные задачи гидродинамики.
3. Потенциальные течения.
4. Элементы теории потенциала.
5. Системы базисных потенциалов.
6. Аппроксимация функций с помощью МБП.
7. Решение краевых задач для уравнения Пуассона с помощью МБП.
8. Алгоритмы потенциальных течений.
9. Алгоритмы задачи обтекания профиля.

Порядок формирования оценок по дисциплине

Экзамены оцениваются по системе: неудовлетворительно, удовлетвори-
тельно, хорошо, отлично.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

1. Амосов, А.А. Вычислительные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/42190> . — Загл. с экрана.

2. Хромых, А.А., Коваленко, А.В., Уртенев, М.Х. Двумерные математические модели переноса тернарного электролита в мембранных системах : монография / А.А. Хромых, А.В. Коваленко, М.Х. Уртенев – Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2014. - 227 с. Всего: 10

3. Математическое моделирование мембранных процессов с использованием Comsol Multiphysics [Текст] : учебное пособие / А. М. Узденова, А. В. Коваленко, М. Х. Уртенев ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Карачаево-Черкесский гос. ун-т им. У. Д. Алиева. - Карачаевск : [КЧГУ], 2012. - 180 с. Всего: 5

4. Чубырь Н.О., Коваленко А.В., Уртенев М.Х. Двумерные математические модели переноса бинарного электролита в мембранных системах. Краснодар. 2012. 130 с. Всего: 3

Дополнительная литература:

1. Лежнев М.В. Задачи и алгоритмы плоскопараллельных течений. – КубГУ, Краснодар, 2009. – 133 с. Всего: 80

2. Кабанов, С.А. Оптимизация динамики систем при действии возмущений [Электронный ресурс] / С.А. Кабанов. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2008. — 200 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48195>. — Загл. с экрана.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

Перечень необходимого программного обеспечения

1. Операционная система MS Windows (разделы 2, 3, 5 дисциплины).
2. Интегрированное офисное приложение MS Office (разделы 2, 3, 5 дисциплины).
3. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет (разделы 2, 3, 5 дисциплины).
4. Математические пакеты Matlab, COMSOL Multiphysics

Перечень необходимых информационных справочных систем

1. Википедия, свободная энциклопедия. [Электронный ресурс]. – Wikipedia <http://ru.wikipedia.org>
2. Электронная библиотека КубГУ

7. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются - проекционное оборудование (цифровой проектор, экран, ноутбук).

№	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень оборудования и технических средств обучения
1.	Аудитория, для лекционных занятий	Учебная мебель, компьютерная техника, стационарное или переносное мультимедийное оборудование (129, 131, 133, А305, А307, А508, 239А)
2.	Аудитория, для лабораторных занятий	Аудитория для семинарских занятий, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет (106, 106а, А301, А504, 239А)
3.	Аудитория, для практических занятий	Аудитория для семинарских занятий, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья), презентационной техникой (аудитории: 129, 131, А305, А307, 239А) или переносным демонстрационным оборудованием (аудитории: 133,147, 148, 149, 150, 100С, А3016, А512, А508, 239А)
4.	Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций	Аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, лицензионное программное обеспечение (А504, А506, 239А)
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131, 133, А305, А307, 147, 148, 149, 150, 100С, А3016, А512, А508), компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет (106, 106а, А301, А504, 239А)

6.	Аудитория для самостоятельной работы	Аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, лицензионное программное обеспечение (А 504, 102А)
----	--------------------------------------	--