



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

Факультет компьютерных технологий и прикладной математики
Кафедра прикладной математики



«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый проректор,
доктор исторических наук, профессор
Иванов А.Г.
» _____ 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.1
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

Квалификация выпускника

кандидат физико-математических наук

Форма обучения

Очная и заочная

г. Краснодар – 2015 г.

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.

Заведующий кафедрой прикладной математики
д.ф.-м.н., профессор М.Х. Уртенов
« ____ » _____ 201__ г.

Заведующий кафедрой прикладной математики
д.ф.-м.н., профессор М.Х. Уртенов
« ____ » _____ 201__ г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры прикладной математики от « ____ » _____ 201__ г., протокол № _____.

Заведующий кафедрой прикладной математики
д.ф.-м.н., профессор М.Х. Уртенов
« ____ » _____ 201__ г.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики от « ____ » _____ 201__ г., протокол № _____.

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

Рецензенты:

Шапошникова Т.Л. – профессор, доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, заведующая кафедрой физики КубГТУ

Видовский Л.А. – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой информационных систем и программирования КубГТУ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели изучения дисциплины определены государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и соотнесены с общими целями ООП ВПО 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.

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.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

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

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 математического и естественнонаучного цикла ООП бакалавриата и магистратуры.

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

3. 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

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоёмкость дисциплины ЗФО составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид работы	Трудоёмкость, часов
	Семестр 6, 7
Общая трудоёмкость	144
Аудиторная работа:	
<i>Лекции (Л)</i>	4+4
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	4+8
Самостоятельная работа:	
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	
Расчетно-графическое задание (РГЗ)	
Реферат (Р)	
Эссе (Э)	
Самостоятельное изучение разделов	
Контрольная работа (К)	
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	97
Подготовка и сдача экзамена ¹	27
Вид итогового контроля	экзамен

¹ При наличии экзамена по дисциплине

5. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины ЗФО составляет 4 зачетные единицы, 144 часов.

5.1. Учебно-тематический план очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела, темы	Всего	Аудиторные занятия				СР.	Контроль
			Всего	Л	ЛР	ПР		
1.	Основные уравнения гидродинамики	32	4	2	2		24	4
2.	Течения в ограниченной области	32	4	2	2		24	4
3.	Основы метода базисных потенциалов	36	6	2	4		24	6
4.	Метод базисных потенциалов в задачах обтекания профиля	44	6	2	4		25	13
	Итого:	144	20	8	12		97	27

5.2 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

5.3 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 литера-

туры позволяют закрепить полученные знания, расширить круг задач, рассмотренных на лекциях практических занятиях.

Темы лабораторных занятий

1. Используя алгоритм аппроксимации базисными потенциалами и метод 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.

5.4. 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.

6. 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.

7. 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).

7.1. 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.

7.2. Порядок формирования оценок по дисциплине

Экзамены оцениваются по системе: неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. 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.
2. Узденова А.М. Математическое моделирование мембранных процессов с использованием Comsol Multiphysics / Карачаевск: КГЧУ. 2012. 180 с.
3. Чубырь Н.О., Коваленко А.В., Уртенев М.Х. Двумерные математические модели переноса бинарного электролита в мембранных системах. Краснодар. 2012. 130 с.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. [Электронный ресурс]. - М.: Наука, 1991. – 320 с. – URL: <http://lib.mexmat.ru/books/43131>

в) дополнительная литература:

1. Лежнев М.В. Задачи и алгоритмы плоскопараллельных течений. – КубГУ, Краснодар, 2009. – 133 с.
2. Лежнев А.В., Лежнев В.Г. Метод базисных потенциалов в задачах математической физики и гидродинамики. – КубГУ, Краснодар, 2009. – 111 с.
3. Дроботенко М.И., Лежнев В.Г., Марковский А.Н. Методы вычислений (практикум) – КубГУ, Краснодар, 2009. – 49 с.
4. Лежнев В.Г. Лабораторный курс по численной математической физике. Краснодар, 1989.
5. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. М., 1981. – 512 с.
6. Михайлов В.П. Дифференциальные уравнения в частных производных. М., 1983. – 424 с.
7. Бабенко К.И. Основы численного анализа. М., 1986. – 564 с.

8. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика, ч.1. М., Физматгиз, 1963. – 584 с.

9. Серрин Дж. Математические основы классической механики жидкости. М., ИЛ, 1963. – 258 с.