

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет математики и компьютерных наук



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.07 ЗАДАЧИ ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ТЕЧЕНИЙ

Направление подготовки /специальность

02.04.01 МАТЕМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ

Направленность (профиль) /специализация

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ТЕОРИИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Программа подготовки

АКАДЕМИЧЕСКАЯ

Форма обучения

ОЧНАЯ

Квалификация (степень) выпускника

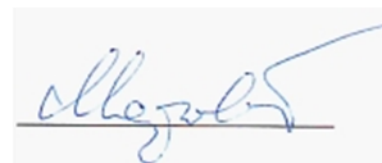
МАГИСТР

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины «Задачи плоскопараллельных течений» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.04.01 МАТЕМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ

Программу составил:

Марковский А.Н., доц. кафедры
математических и компьютерных методов,
к. ф.-м. н.



Рабочая программа дисциплины «Задачи плоскопараллельных течений» утверждена на заседании кафедры математических и компьютерных методов

протокол № 14 «09» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой (разработчика)

Дроботенко М.И.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математических и компьютерных методов

протокол № 14 «09» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей)

Дроботенко М.И.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук

протокол № 3 «20» июня 2017 г.

Председатель УМК факультета

Титов Г.Н



Рецензенты:

Бунякин А.В., доцент кафедры оборудования нефтегазовых промыслов
ФГБОУ ВО «КубГТУ»

Никитин Ю.Г., доцент кафедры теоретической физики и компьютерных технологий
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

1.1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – ознакомление магистрантов с теоретическими основами и вычислительными методами плоскопараллельной гидродинамики; основными уравнениями гидродинамики, элементами теории потенциала, моделями течений в ограниченной области и моделями обтекания плоского профиля.

Особое внимание уделяется методу базисных потенциалов который опирается на полноту систем сдвигов фундаментальных решений уравнения Лапласа и построению сходящихся алгоритмов решения краевых задач плоскопараллельной гидродинамики. Изучаются прикладные программы, предназначенные для создания алгоритмов и визуализации полученных результатов.

1.2 Задачи дисциплины

Задачи освоения магистрантами дисциплины – получение навыков применения математических методов при решении задач плоскопараллельной гидродинамики, в частности, течений в ограниченной области и задач обтекания.

Знания и навыки, получаемые магистрантами в результате изучения дисциплины, необходимы для подготовки к решению сложных прикладных задач.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре ООП ВО

Дисциплина «Задачи плоскопараллельных течений» относится к вариативной части общенаучного цикла дисциплин. Данная дисциплина тесно связана с дисциплинами: «Методы программирования и алгоритмы», «Теория алгоритмов», «Бигармоническое уравнение и вихревые течения» и «Краевые задачи и проекционные алгоритмы».

Для её успешного усвоения необходимы знания, умения и компетенции, приобретаемые при изучении следующих дисциплин: «Уравнения в частных производных», «Численные методы», «Функциональный анализ», «Теория функций комплексного переменного».

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

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В процессе освоения данной дисциплины формируются и демонстрируются следующие общекультурные и профессиональные компетенции:

№ п.п.	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-1	способностью к интенсивной научно-исследовательской работе	основы теории формальных языков, формальных грамматик, теории алгоритмов, теории конечных автоматов, автоматов с магазинной памятью и теории компиляции	применять полученные теоретические знания при решении практических задач, пользоваться наиболее распространенными генераторами лексических и синтаксических анализаторов	практическими навыками разработки лексических и синтаксических анализаторов
2	ПК-4	способностью к применению методов математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач	основные методы алгоритмизации интерпретаторов и трансляторов	творчески применять и реализовывать математически сложные алгоритмы при создании интерпретаторов	практическими навыками создания интерпретаторов эзотерических языков программирования

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 144 часов (4 ЗЕТ).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
			А
Контактная работа, в том числе:		60,3	60,3
Аудиторные занятия (всего)		46	46
Занятия лекционного типа		16	16
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)			
Лабораторные занятия		30	30
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3
Курсовая работа (КРП)		14	14
Самостоятельная работа, в том числе:			
Проработка учебного (теоретического) материала		57	57
Контроль:			
Подготовка к экзамену:		26,7	26,7
Общая трудоемкость	час.	144	144
	в том числе контактная работа	60,3	60,3
	зач. ед	4	4

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в А семестре.

№ раз- дела	Наименование разделов	Количество часов						
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа		
			Л	ПЗ	ЛР	СР	КСР	ИКР
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Основные уравнения гидродинамики	23	4	7		12		
2.	Элементы теории потенциала	23	4	7		12		
3.	Течения в ограниченной области	25	4	9		12		
4.	Алгоритмы задачи обтекания профиля	32,3	4	7		21		0,3
	Итого:		16	30		57 +26,7 (экзамен)		

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контрол ля
1	2	3	4
1	Основные уравнения гидродинамики	Уравнения движения. Закон Бернулли. Разложение векторного пространства. Плоские векторные поля. Поведение решений при большом времени	Р
2	Элементы теории потенциала	Фундаментальное решение. Задача Робена. Системы базисных потенциалов. Подпространство гармонических функций. Интегральное представление функции на контуре	У
3	Течения в ограниченной области	Алгоритмы потенциальных течений. Задача Стокса. Вихревые течения в каналах. Численные течения. Движение	У

		точечных вихрей	
4	Алгоритмы задачи обтекания профиля	Течение Робена. Общее решение задачи обтекания. Проблема выбора циркуляции. Обтекание с источниками на профиле. Задача двух профилей	У

В данном подразделе, в табличной форме приводится описание содержания дисциплины, структурированное по разделам, с указанием по каждому разделу формы текущего контроля: написание реферата (Р), проведение устного опроса (У).

2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Основные уравнения гидродинамики	Соленоидальные и потенциальные векторные поля. Дифференциальные операторы векторного анализа. Интегральная формула Гауса-Остроградского. Комплексные потенциал. Циркуляция и поток векторного поля. Теорема Жуковского. Формула Чаплыгина. Обтекание кругового цилиндра.	ИЗ
2	Элементы теории потенциала	Уравнение Лапласа. Свойства фундаментального решения уравнения Лапласа. Гармонические функции. Свойства гармонических функций. Потенциал простого и двойного слоя. Интегральные операторы теории потенциала. Граничные свойства потенциала двойного слоя. Равновесный потенциал, потенциал Робена. Полнота систем базисных потенциалов.	ИЗ
3	Течения в ограниченной области	Гармонические течения. Задача Стокса. Течения со среднеквадратической завихренностью. Собственный вихрь области. Вихревые течения в канале. Общее представление функции тока в виде логарифмического потенциала.	ИЗ, У

4	Алгоритмы задачи обтекания профиля	Чисто циркуляционное течение обтекания профиля. Общее решение задачи обтекания. Представление решения в виде потенциалов простого слоя. Проблема выбора циркуляции	У
---	------------------------------------	--	---

В данном подразделе, в табличной форме приводится описание содержания дисциплины, структурированное по разделам, с указанием по каждому разделу формы текущего контроля: выполнение индивидуального задания (ИЗ), устного опроса (У).

2.3.3 Лабораторные типа.

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Устойчивость установившихся плоско-параллельных сдвиговых течений идеальной стратифицированной жидкости в поле силы тяжести
2. Математические модели и алгоритмы плоскопараллельного обтекания профиля
3. Математическое моделирование гидродинамических задач для двухфазных плоскопараллельных течений
4. Устойчивость стационарных плоскопараллельных течений идеальной жидкости
5. Критерий Бернулли для установившегося плоскопараллельного течения вязкой несжимаемой жидкости
6. Стохастизация плоскопараллельных течений идеальной жидкости
7. Задачи плоскопараллельных вихревых течений и алгоритмы
8. Постановка задачи о линейной устойчивости плоскопараллельных течений идеальных однородной и неоднородной жидкостей
9. Устойчивость установившихся плоско-параллельных сдвиговых течений стратифицированной идеальной несжимаемой жидкости в поле силы тяжести в приближении Буссинеска

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	Литература из основного и дополнительного списков
2	Подготовка к текущему	Литература из основного и

контролю	дополнительного списков, материалы лекций
----------	---

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

Лекции, семинарские занятия, индивидуальные задания, устные опросы, экзамен.

Разбор практических задач и примеров, моделирование ситуаций, приводящих к тем или иным ошибкам в программе, выработка навыков выявления и исправления ошибок в процессе написания программы. Построение тестовых примеров для выявления ошибок в программе и сравнения эффективности различных алгоритмов.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Сем естр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Кол-во часов
А	Лабораторные занятия	Дискуссия на тему: «Какие векторные поля называются соленоидальными и потенциальными?»	4
		Коллоквиум на тему: «Построение простейших матмоделей»	2
		Коллоквиум на тему: «Корректность математических моделей»	4
		Коллоквиум на тему: «Вычислительный эксперимент и его роль»	4
Итого:			16

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

4.1.1 Примерный перечень тем для рефератов и устных опросов

1. Какие векторные поля называются соленоидальными и потенциальными?
2. Какие дифференциальные операторы векторного анализа вы знаете?
3. Физический смысл формулы Гауса-Остроградского?
4. Что такое комплексный потенциал?
5. Как вычислить циркуляцию и поток векторного поля?
6. Сформулируйте теорему Жуковского.
7. Что выражает формула Чаплыгина?
8. Аналитическое решение обтекания кругового цилиндра?
9. Какое уравнение называют уравнением Лапласа?
10. Свойства фундаментального решения уравнения Лапласа?
11. Дайте определение гармонической функции.
12. Каковы основные свойства гармонических функций?
13. Дайте определение потенциалов простого и двойного слоя.
14. Что такое интегральный оператор теории потенциала?
15. Сформулируйте граничные свойства потенциала двойного слоя.
16. Что такое равновесный потенциал и потенциал Робена?
17. Что такое полная система функций?

4.1.2 Образец индивидуального задания

Задание №1. Показать, что функция

$$\psi(x, y) = u_0 y + C \ln|x^2 + y^2| + u_0 R^2 \frac{y}{x^2 + y^2},$$

Является функцией тока обтекания плоского цилиндра радиуса R .

Задание №2. Показать, что для фундаментального решения уравнения Лапласа выполняются следующие свойства

- 1) $\Delta E(x - x^0) = 0, x \neq x^0,$
- 2) $\int_S E(x - x^0) dS_x = O(\varepsilon), \varepsilon \rightarrow 0,$
- 3) $\int_S \frac{\partial}{\partial n} E(x - x^0) dS = 1.$

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

4.2.1 Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Уравнения движения
5. Закон Бернулли
6. Разложение векторного пространства
7. Плоские векторные поля
8. Поведение решений при большом времени

9. Фундаментальное решение
10. Задача Робена
11. Системы базисных потенциалов
12. Подпространство гармонических функций
13. Интегральное представление функции на контуре
14. Алгоритмы потенциальных течений
15. Задача Стокса
16. Вихревые течения в каналах
17. Численные течения
18. Движение точечных вихрей
19. Течение Робена
20. Общее решение задачи обтекания
21. Проблема выбора циркуляции
22. Модель обтекания с источниками на профиле

4.2.2 Примерные билеты к экзамену

БИЛЕТ № 1

1. Поведение решений при большом времени
2. Течение Робена

Зав. кафедрой математических
и компьютерных методов

(М.И. Дроботенко)

БИЛЕТ № 2

1. Подпространство гармонических функций
2. Обтекание с источниками на профиле

Зав. кафедрой математических
и компьютерных методов

(М.И. Дроботенко)

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

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Боев, В.Д. Компьютерное моделирование : курс / В.Д. Боев, Р.П. Сыпченко. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2010. - 455 с. : ил.,табл., схем. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233705>

2. Голубева, Н.В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 192 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76825>

5.2 Дополнительная литература:

1. Белоцерковская, И.Е. Алгоритмизация. Введение в язык программирования С++ / И.Е. Белоцерковская, Н.В. Галина, Л.Ю. Катаева. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 197 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428935>

2. Маликов, Р.Ф. Основы математического моделирования [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2010. — 368 с. — ISBN 978-5-9912-0123-0 — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5169>

5.3. Периодические издания:

1. Вестник Московского Университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика: научный журнал. М.: МГУ, 2014, 2015. - доступно:

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" www.biblioclub.ru.
2. Электронно-библиотечная система Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com>.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной теоретический материал, рассматриваются основные приёмы решения задач и решаются примеры практических задач.

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.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях включают следующее:

- семинары в диалоговом режиме,
- групповые дискуссии,
- обсуждение результатов работы исследовательских групп, сформированных из магистрантов.

На практических занятиях студенты, решая семестровые задания, приобретают практические навыки применения компьютерных технологий, написания и отладки программ, программной реализации алгоритмов.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа, во время которой студенты осуществляют проработку необходимого материала, используя литературу из основного и дополнительного списков, готовятся к текущему контролю, изучая примеры задач, рассмотренных на лекциях и на практических занятиях.

Для текущего контроля магистранты предоставляют презентации в электронном виде по результатам изучения теоретических вопросов и выполнения заданий к самостоятельной работе.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

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

8.1 Перечень информационных технологий.

Выполнение практических заданий на компьютере с использованием математического пакета компьютерной алгебры MathCAD 14.

Проверка индивидуальных заданий и консультирование посредством электронной почты.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Пакет компьютерной алгебры MathCAD 14.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Аудитория для проведения занятий лекционного типа
2.	Лабораторные занятия	Аудитория, укомплектованная компьютерами для работы студентов и компьютером для преподавателя, подключенным к интерактивной доске
3.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, укомплектованная компьютерами для работы студентов и компьютером для преподавателя, подключенным к интерактивной доске
4.	Самостоятельная работа	Аудитория, укомплектованная компьютерами для работы студентов