

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.

29 мая 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.03

КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ И ПРОЕКЦИОННЫЕ АЛГОРИТМЫ

Направление подготовки

02.04.01 Математика и компьютерные науки

Программа магистратуры

«Математическое и компьютерное моделирование»

Форма обучения

очная

Квалификация

магистр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Краевые задачи и проекционные алгоритмы» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.04.01 Математика и компьютерные науки (уровень высшего образования: магистратура)

Программу составил:

д.ф.-м.н., доцент,
доцент МКМ

Голуб М.В. _____

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры математических и компьютерных методов, протокол № 11 от 21.04.2020.

Заведующий кафедрой математических и компьютерных методов

Лежнев А. В. _____

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук, протокол № 2 от 30.04.2020.

Председатель УМК
факультета математики и компьютерных наук

Шмалько С. П. _____

Рецензенты:

Савенко И. В., коммерческий директор ООО «РосГлавВино»

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

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Целями освоения дисциплины «Краевые задачи и проекционные алгоритмы» являются: подготовка в области применения современной вычислительной техники для решения практических задач математического и компьютерного моделирования, информатики; получение высшего (на уровне магистра) образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности с применением современных компьютерных технологий.

1.2 Задачи дисциплины.

Развитие профессиональных компетентностей и приобретение практических навыков численного решения задач механики и математической физики современными методами.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Краевые задачи и проекционные алгоритмы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули).

Знания и умения, приобретенные студентами в результате изучения дисциплины, будут использоваться при изучении общих и специальных курсов, при выполнении курсовых работ, связанных с применением вычислительных методов и компьютерных технологий.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных/общепрофессиональных/профессиональных компетенций (ОК/ОПК/ПК)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК–1	Способен демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий	основные методы математического и компьютерного моделирования для решения прикладных и фундаментальных задач	реализовывать элементы алгоритмов или математических моделей для задач математической физики	навыками построения математических моделей их программной реализации
2.	ПК–2	Способность проводить научные исследования, на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	основные методы математического и компьютерного моделирования для решения задач механики	разрабатывать математические модели и реализующие их программные комплексы, проводить численный анализ на их основе	навыками анализа математических подходов с точки зрения адекватности их применения к конкретной задаче

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)		
		1	—	
Контактная работа, в том числе:	32,2	32,2		
Аудиторные занятия (всего):	32	32		
Занятия лекционного типа	16	16	-	
Лабораторные занятия	-	-	-	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	16	16	-	
	-	-	-	
Иная контактная работа:				
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-		
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2		
Курсовая работа (КРП)	-	-		
Самостоятельная работа, в том числе:	39,8	39,8		
Проработка учебного (теоретического) материала	39,8	39,8	-	
Контроль:				
Подготовка к экзамену	-	-		
Общая трудоемкость	час.	72	72	-
	в том числе контактная работа	32,2	32,2	
	зач. ед	2	2	

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основы математического моделирования. Построение простейших математических моделей	14	2	2		10
2.	Построение математических моделей механики сплошных сред.	22	6	6		10
3.	Исследование математических моделей	18	4	4		10
4.	Вычислительный эксперимент и его роль	17,8	4	4		9,8
	<i>Итого по дисциплине:</i>		16	16		39,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основы математического моделирования. Построение простейших математических моделей	Этапы математического моделирования: - создание качественной модели; - создание математической модели (постановка математической задачи); - изучение математической модели (математическое обоснование модели, качественное исследование модели, численное исследование модели, создание и реализация программы); - получение результатов и их интерпретация; - использование полученных результатов. Рассмотрение некоторых конкретных задач и соответствующих математических моделей: - задача полёта снаряда; - задачи о колебании струны и мембраны; - задача о колебании маятников.	РГЗ
2.	Построение математических моделей механики сплошных сред.	Постановки задач механики сплошной среды. Начально-граничные условия. Смешанные граничные условия. Сильная постановка. Вариационная постановка. Слабая постановка. Уравнение Эйлера. Метод Рунге. Метод наименьших квадратов. Дискретизация и редукция. Задачи геофизики и теории упругости. Рассмотрение стационарных, гармонических и нестационарных задач в двумерной постановке.	РГЗ
3.	Исследование математических моделей	Корректность математических моделей. Примеры корректных и некорректных задач. Численное и аналитическое решение уравнений в частных производных. Особенности компьютерной реализации методов в одномерном и двумерном случае.	РГЗ
4.	Вычислительный эксперимент и его роль	Решение СЛАУ, численное интегрирование и дифференцирование, решение модельных задач (теории упругости и акустики).	РГЗ

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основы математического моделирования.	Этапы математического моделирования: - создание качественной модели;	проверка домашнего

	Построение простейших математических моделей	- создание математической модели (постановка математической задачи); - изучение математической модели (математическое обоснование модели, качественное исследование модели, численное исследование модели, создание и реализация программы); - получение результатов и их интерпретация; - использование полученных результатов. Рассмотрение некоторых конкретных задач и соответствующих математических моделей: - задача полёта снаряда; - задачи о колебании струны и мембраны; - задача о колебании маятников.	практического задания
2.	Построение математических моделей механики сплошных сред.	Постановки задач механики сплошной среды. Начально-граничные условия. Смешанные граничные условия. Сильная постановка. Вариационная постановка. Слабая постановка. Уравнение Эйлера. Метод Рунге. Метод наименьших квадратов. Дискретизация и редукция. Задачи геофизики и теории упругости. Рассмотрение стационарных, гармонических и нестационарных задач в двумерной постановке.	проверка домашнего практического задания
3.	Исследование математических моделей	Корректность математических моделей. Примеры корректных и некорректных задач. Численное и аналитическое решение уравнений в частных производных. Особенности компьютерной реализации методов в одномерном и двумерном случае.	проверка домашнего практического задания
4.	Вычислительный эксперимент и его роль	Решение СЛАУ, численное интегрирование и дифференцирование, решение модельных задач (гидродинамики, теории упругости, геофизики, акустики).	проверка домашнего практического задания

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы - не предусмотрены.

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

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,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

Лекции, практические занятия, контрольные работы, коллоквиумы, зачеты и экзамен. К образовательным технологиям относятся интерактивные методы обучения. Интерактивность подачи материала по дисциплине «Математическое моделирование в механике» предполагает не только взаимодействия вида «преподаватель - студент» и «студент - преподаватель», но и «студент - студент». Все эти виды взаимодействия хорошо достигаются при изложении материала на практических занятиях и в процессе докладов с использованием компьютерных технологий.

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

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

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Примерный перечень заданий и контрольных вопросов

1. Написать процедуру для определения нулей полиномов Лобатто порядка $N=3,4,6$.
2. Написать процедуру вычисления значений полиномов Лобатто порядка $N=3,4,6$.
3. Написать процедуру для расчёта значений любого многочлена Гаусса-Лежандра-Лобатто порядка $N=4,5,7$.
4. Написать процедуру вычисления значений полиномов Чебышева произвольного порядка.
5. Написать процедуру вычисления значений Гаусса-Чебышева-Лобатто для произвольного порядка.
6. Написать процедуру разложения произвольной аналитической функции $f(x)$ на отрезке $[a,b]$ по полиномам Гаусса-Чебышева-Лобатто до порядка N включительно.
7. Написать процедуру вычисления интегралов на основе квадратурных формул, использующих нули полиномов Чебышева.
8. Написать процедуру вычисления интегралов на основе квадратурных формул, использующих точки Гаусса-Лежандра-Лобатто.
9. Записать вариационную формулировку задачи Дирихле для уравнения Пуассона в слабой постановке.
10. Реализовать МКЭ ВПТ для одномерного уравнения Гельмгольца, используя несколько элементов.
11. Реализовать МКЭ ВПТ для двумерного уравнения Лапласа в квадрате, используя один элемент.
12. Реализовать МКЭ ВПТ для двумерного уравнения Пуассона в квадрате, используя один элемент.
13. Реализовать МКЭ ВПТ для двумерного уравнения Гельмгольца в квадрате, используя один элемент.
14. Реализовать приближённое решение двумерного уравнения Гельмгольца с помощью МКЭ ВПТ, используя несколько элементов, для области, ограниченной линиями, на которых заданы граничные условия:

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Уравнения движения и граничные условия.
2. Стационарные, гармонические и нестационарные задачи.
3. Вариационная и слабая постановка задач механики.
4. Плоская, антиплоская, трехмерная задача теории упругости.
5. Тензор деформации и тензор скоростей деформации.
6. Тензор напряжений и перемещения в упругом теле.
7. Закон Гука в анизотропной линейно-упругой среде.
8. Математические модели и постановка задач для пьезоэлектрических тел.
9. Законы сохранения и их использование при математическом моделировании.
10. Гармонические колебания стержня и струны.
11. Плоские и объемные упругие волны.
12. Волна Рэлея и Лява.
13. Волна Лэмба.
14. Бегущие волны.
15. Рассеяние ультразвуковых волн на границах раздела сред.
16. Метод Петрова-Галеркина и Бубнова-Галеркина.
17. Уравнение Эйлера. Метод Рунге. Метод наименьших квадратов.
18. Этапы математического моделирования.
19. Применение преобразования Фурье для неограниченных областей.

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 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.

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

5.1 Основная литература:

1. Бахвалов, Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях: учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 243 с. — ISBN 978-5-9963-2980-9 - [Электронный ресурс]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/70743> (06.04.2018).

2. Срочко, В.А. Численные методы. Курс лекций: учебник / В.А. Срочко.— М : Издательство "Лань", 2010. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1014-9. — [Электронный ресурс]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/378> (06.04.2018).

3. Зализняк, В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений : учебник и практикум для академического бакалавриата / В. Е. Зализняк. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 356 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-02714-3. — URL: <https://biblio-online.ru/book/9D9516CB-A065-4497-9062-5D8C77D8E644/chislennye-metody-osnovy-nauchnyh-vychisleniy>

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань».

5.2 Дополнительная литература:

1. Голуб М. В., Фоменко С.И., Шпак А.Н. Метод конечных элементов высокой степени точности, или метод спектральных элементов, в задачах математической физики. — Краснодар: КубГУ, 2015. — 75 с.

5.3. Периодические издания:

1. Журнал "Вычислительная механика сплошных сред" <http://www2.icmm.ru/journal/>

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

1. Образовательный математический сайт Exponenta. — URL: www.old.exponenta.ru

2. Мир математических уравнений. Учебно-образовательная физико-математическая библиотека. Электронная библиотека содержит DjVu- и PDF-файлы учебников, учебных пособий, сборников задач и упражнений, конспектов лекций, монографий, справочников и диссертаций по математике, механике и физике. Все материалы присланы авторами и читателями или взяты из Интернета (из www архивов открытого доступа). Основной фонд библиотеки составляют книги, издававшиеся тридцать и более лет назад. — URL: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm>

3. Информационные материалы Центра компьютерного моделирования Нижегородского университета. — URL: <http://www.software.unn.ac.ru/ccam>

4. Федеральный портал "Российское образование". Каталог образовательных ресурсов. — URL: http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=1314

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

В курсе используются следующие методы и формы работы:

- лекции (4 часа в неделю);
- лабораторные занятия в компьютерном классе (4 часа в неделю, выполняются задания на компьютерах и обсуждаются основные вопросы домашних заданий).

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.

- Компьютерное тестирование по итогам изучения разделов дисциплины.
- Проверка домашних заданий.
- Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

1. Операционная система MS Windows.
2. Matlab.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)
2. Информационно-аналитические материалы по параллельным вычислениям. — URL: (<http://www.parallel.ru>)

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

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (Microsoft Office PowerPoint, Matlab).
2.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения и соответствующим программным обеспечением (Matlab).
3.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.