

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)

ФТД.02

**МЕТОД БАЗИСНЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ
В ЗАДАЧАХ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

Направление подготовки

02.04.01 Математика и компьютерные науки

Программа магистратуры

«Математическое и компьютерное моделирование»

Форма обучения

очная

Квалификация

магистр

Краснодар 2020

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины: «Метод базисных потенциалов в задачах естествознания» состоит в обучении применению современных математических методов для решения задач естествознания (физике, механике жидкости и газа, теории упругости), их технических приложений, так как математические модели, в которых решение находится разложением по базисным потенциалам, являются широко распространенными. Получение высшего профессионального образования, позволяющего выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности с применением современных математических методов.

1.2 Задачи дисциплины:

Ознакомление студентов с методологическими подходами, позволяющими строить адекватные математические модели в задачах естествознания, использовать математическое описание физических явлений; ознакомление с некоторыми широко распространенными моделями физики (в основном механики) и основными методами исследования этих моделей.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Метод базисных потенциалов в задачах естествознания» относится к части ФТД. Факультативы.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных по стандарту высшего образования, и является основой для решения исследовательских задач. Для успешного освоения дисциплины студент должен владеть обязательным минимумом содержания основных образовательных программ по математике и информатике для бакалавров.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ПК-1.

№ п.п.	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	<i>ПК-1</i>	Способен демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий	Постановки классических задач математики	Формулировать результат, видеть следствия полученного результата	Способностью строго доказать утверждение

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. ($2 \cdot 36 = 72$ часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			8	—		
Контактная работа, в том числе:		20,2	20,2			
Аудиторные занятия (всего):						
Занятия лекционного типа		10	10	-	-	-
Лабораторные занятия		10	10	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)						
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:		51,8	51,8			
Проработка учебного (теоретического) материала		15	15	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		15	15	-	-	-
Реферат		5	5	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		16,8	16,8	-	-	-
Контроль:						
Подготовка к экзамену		-	-			
Общая трудоемкость	час.	72	72	-	-	-
	в том числе контактная работа	20,2	20,2			
	зач. ед	2	2			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре (для студентов ОФО).

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ЛР	ПЗ	
1	2	3				4
1	Задачи естествознания. Математическое моделирование физических процессов. Задачи математической физики (задача распространения тепла, задачи колебаний струны или мембраны).	23	3	3		17

2	Элементы теории потенциала. Полные системы потенциалов. Постановка краевых задач. Алгоритмы решения задач математической физики.	23	3	3		17
3	Моделирование физических процессов. Стационарные и нестационарные процессы. Типы дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка и специфика методов, применяемых для нахождения множеств их решений.	25,8	4	4		17,8
	<i>Итого по дисциплине:</i>		10	10		51,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Задачи естествознания. Математическое моделирование физических процессов. Задачи математической физики (задача распространения тепла, задачи колебаний струны или мембраны).	1.1 Математическая физика. Постановка краевых задач. Существование и единственность решения. 1.2 Корректность и некорректность. Обратные задачи. 1.3 Классификация дифференциальных уравнений в частных производных. Уравнение теплопроводности и волновое уравнение. Стационарные процессы и эллиптические уравнения.	Опрос
2	Элементы теории потенциала. Полные системы потенциалов. Постановка краевых задач. Алгоритмы задач математической физики.	1.1 Интегральные операторы теории потенциала. Фундаментальное решение уравнения Лапласа. 1.2 Потенциалы простого и двойного слоя, объемный потенциал. 1.3 Потенциал Робена. Интегральные операторы. 1.4 Представление функций потенциалами. Лемма Новикова.	Опрос
3	Моделирование физических процессов. Стационарные и нестационарные процессы. Типы дифференциальных уравнений в	3.1 Полнота сдвигов фундаментального решения уравнения Лапласа в подпространстве гармонических функций. 3.2 Системы потенциалов полные на границе области. Полнота модифицированных систем,	Экзамен

	частных производных второго порядка и специфика методов, применяемых для нахождения множеств их решений.	полученных из фундаментального решения. 3.3 Алгоритм задачи Робена. Внутренняя и внешняя задача Дирихле для уравнения Лапласа и Пуассона. 3.4 Внутренняя задача и внешняя задача Неймана для уравнения Лапласа и уравнения Пуассона. Бигармоническое уравнение. 3.5 Граничное управление температурой.	
--	--	--	--

2.3.2 Занятия семинарского типа *УП не предусмотрены.*

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4

2.3.3 Лабораторные занятия

№ разд-дела	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	См. таблицу 2.3.1	Задачи математической физики (задача распространения тепла, задачи колебаний струны или мембраны).	Опрос
2 – 3	См. таблицу 2.3.1	Фундаментальное решение уравнения Лапласа. Потенциалы простого и двойного слоя, объемный потенциал. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности.	Опрос
4	См. таблицу 2.3.1	Численные методы решения задач со старшим оператором Лапласа, гиперболические системы 2х2 первого порядка, задачи, сводящиеся к бигармоническому уравнению.	Опрос

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы УП не предусмотрены.

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

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Общие сведения о математических	Седов Л.И. Механика сплошной среды

	моделях гидромеханики и газовой динамики, физические свойства жидких и газообразных сред.	Том. 1 – список дополнительной литературы п. 5.2.1.
2	Прямые и обратные задачи математического моделирования в плоской гидромеханике. Сведения об основных методах решения уравнений движения жидкости и газа (аналитические решения).	Седов Л.И. Механика сплошной среды Том. 2 – список дополнительной литературы п. 5.2.1.
3	Методы численного моделирования и асимптотического анализа гидромеханических и аэродинамических моделей.	Бэтчелор Дж., Моффат Г., Сэффмен Ф. и др. Современная гидромеханика. Успех и проблемы – список основной литературы п. 5.1.1. Годунов С.К., Забродин А.В., Иванов М.Я., Крайко А.Н., Прокопов Г.П. Численное решение многомерных задач газовой динамики – список основной литературы п. 5.1.2. Слезкин Н.А. Лекции по гидромеханике – список основной литературы п. 5.1.3.

3. Образовательные технологии:

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.

Используемые интерактивные образовательные технологии:

Используемые интерактивные образовательные технологии:			
Сем естр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Кол-во часов
8	Лабораторные занятия	Дискуссия на тему: «Задачи математической физики (задача распространения тепла, задачи колебаний струны или мембраны)»	8
		Дискуссия на тему: «Фундаментальное решение уравнения Лапласа. Потенциалы простого и двойного слоя, объемный потенциал. Фундаментальное решение уравнения теплопроводности»	8
		Дискуссия на тему: «Численные методы решения задач со старшим оператором Лапласа, гиперболические системы 2х2 первого порядка, задачи, сводящиеся к бигармоническому уравнению»	8
Итого:			24

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации *Текущие аттестации не предусматриваются.*

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Контрольные вопросы (к зачету):

1. Задачи естествознания. Математическое моделирование физических процессов.
2. Математическая физика. Постановка краевых задач. Существование и единственность решения. Корректность и некорректность.
3. Обратные задачи. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных.
4. Уравнение теплопроводности и волновое уравнение.
5. Стационарные процессы и эллиптические уравнения.
6. Элементы теории потенциала. Интегральные операторы теории потенциала
7. Фундаментальное решение уравнения Лапласа. Потенциалы простого и двойного слоя, объемный потенциал.
8. Потенциал Робена. Интегральные операторы.
Представление функций потенциалами. Лемма Новикова. Полные системы потенциалов
9. Полнота сдвигов фундаментального решения уравнения Лапласа в подпространстве гармонических функций.
10. Системы потенциалов полные на границе области. Полнота модифицированных систем, полученных из фундаментального решения.
11. Алгоритмы задач математической физики. Алгоритм задачи Робена.
12. Внутренняя и внешняя задача Дирихле для уравнения Лапласа и Пуассона.
13. Внутренняя задача и внешняя задача Неймана для уравнения Лапласа и уравнения Пуассона.
14. Граничное управление температурой. Бигармоническое уравнение.
15. Моделирование физических процессов. Задачи математической физики.
16. Примеры задач математической физики. Задача распространения тепла.
17. Задача колебаний струны или мембраны. Стационарные процессы.
18. Основные типы дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка. Постановка краевых задач.
19. Алгоритмы расчета плоскопараллельных течений идеальной несжимаемой жидкости.
20. Алгоритмы решения задач об управлении температурой.

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

5.1 Основная литература:

5.1.1. Держинский, Р.И. Уравнения математической физики: курс лекций / Р.И. Держинский, В.А. Логинов; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. - Москва: Альтаир: МГАВТ, 2015. - 67 с.: ил. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429675>

5.1.2. Динамические системы и модели биологии / А.С. Братусь, А.С. Новожилов, А.П. Платонов. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 400 с.- ISBN 978-5-9221-1192-8, 600 экз. — [Электронный ресурс]. – URL <http://znanium.com/catalog/product/397222> (06.04.2018).

5.1.3. Емельянов В.М. Уравнения математической физики. Практикум по решению задач: учеб. пособие / В.М. Емельянов, Е.А. Рыбакина. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 216 с. - ISBN 978-5-8114-0863-4 — [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/71748> (06.04.2018).

5.2 Дополнительная литература:

1. Присекин, В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел: учебник / В.Л. Присекин, Г.И. Расторгуев. – НГТУ, 2009. - 240 с. ISBN 978-5-7782-1287-9. — [Электронный ресурс]. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=436040

2. Александров, Д.В. Введение в гидродинамику : учебное пособие / Д.В. Александров, А.Ю. Зубарев, Л.Ю. Исакова. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2012. - 112 с. - ISBN 978-5-7996-0785-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239521>

3. Митрофанова, О.В. Гидродинамика и теплообмен закрученных потоков в каналах ядерно-электрических установок / О.В. Митрофанова. - Москва : Физматлит, 2010. - 286 с. - ISBN 978-5-9221-1223-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68969>

5.3. Периодические издания:

1. Bunyakin A.V., Chernyshenko S.I., Stepanov G.Yu. Inviscid Batchelor – model flow past an airfoil with a vortex trapped in a cavity // J.Fluid Mech. – 1996. – Vol. 323. – P. 367 – 376. <http://dx.doi.org/10.1017/S002211209600095X>

2. Bunyakin A.V., Chernyshenko S.I., Stepanov G.Yu. High – Reynolds – number Prandtl – Batchelor – model flow past an aerofoil with a vortex trapped in a cavity // J.Fluid Mech. – 1998. – Vol. 358. – P. 283 – 297. <http://dx.doi.org/10.1017/S0022112097008203>

3. Бунякин А.В. Ламинарный пограничный слой при обтекании крылового профиля с круговой выемкой // Изв. РАН Мех. жидк. и газа – 1998. – №2. – С. 52 – 57.

4. Бунякин А.В. Вихревая ячейка с вращающимся внутри цилиндром на поверхности крылового профиля при больших числах Рейнольдса // Изв. РАН Мех. жидк. и газа. – 2001. – № 4. – С. 87 – 92.

5. Sandoval M., Chernyshenko S. Extension of the Prandtl – Batchelor theorem to three-dimensional flows slowly varying in one direction // Journal of Fluid Mechanics 2010. V. 654. P. 351 – 361

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

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

В процессе самостоятельной работы каждый обучающийся получает задания по каждому из трех разделов дисциплины (см. табл. 2.2), которые принимаются по согласованию с преподавателем (в специально назначаемое время).

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) (при необходимости)

8.1 Перечень необходимого программного обеспечения:

Лицензированные программы не используются, а только авторские.

8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем: Wikipedia

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)

2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)

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

	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, специально оборудованная мультимедийными демонстрационными комплексами, учебной мебелью
	Лабораторные занятия	Помещение для проведения лабораторных занятий оснащенное учебной мебелью, доской маркером или мелом
	Групповые (индивидуальные) консультации	Помещение для проведения групповых (индивидуальных) консультаций, учебной мебелью, доской маркером или мелом
	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Помещение для проведения текущей и промежуточной аттестации, оснащенное учебной мебелью.
	Самостоятельн	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный

	ая работа	компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
--	-----------	--