

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ребковец Ольга Александровна

Должность: И.О. Ребко

Дата подписания: 05.07.2024 10:47:05

Уникальный программный ключ:

e789ec8739030382afc5ebff702928adf1af5cfb

Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.05.14 «Численные методы» для направления подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, профиль «Математика»

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга»

Рассмотрено и утверждено на заседании
кафедры информатики и математики
«___» _____ 2024 г., протокол №___
Зав. кафедрой _____ И.А. Кашутина

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (КУРСА, МОДУЛЯ) Б1.О.1.05.14 «Численные методы»

Направление подготовки: 44.03.01 Педагогическое образование

Профиль подготовки: «Математика»

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Курс 4 **Семестр** 8

Дифференцированный зачет: 8 семестр

Год набора 2024

Петропавловск-Камчатский
2024 г.

Рабочая программа дисциплины Б1.О.1.05.14 «Численные методы» для направления подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, профиль «Математика»

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 № 121.

Разработчик: доцент кафедры информатики и математики Кашутина И.А.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре оп во	4
3. Планируемые результаты обучения по дисциплине	4
4. Содержание дисциплины.....	4
5. Тематическое планирование	6
6. Самостоятельная работа.....	7
7. Примерная тематика контрольных и курсовых работ.	7
8. Примерные вопросы к дифференцированному зачету	7
9. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента.....	9
10. Материально-техническое обеспечение дисциплины.	11

1. Цель и задачи дисциплины

Целью данной дисциплины является овладение основными понятиями численных методов как самостоятельного раздела математики; современное развитие численных методов и их связь с другими областями математики.

Задачи освоения дисциплины.

В результате изучения дисциплины студент должен

- 1) знать основы теории численных методов, наиболее распространенные методы решения задач;
- 2) способы применения математических методов с использованием различных программных средств;
- 3) уметь решать задачи с использованием численных методов;
- 4) применять знания основных структур численных методов для решения задач с использованием математических методов;
- 5) использовать современные компьютерные технологии в процессе решения прикладных задач;
- 6) владеть навыками реализации численных методов на языках программирования.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО

В результате изучения базовой части цикла обучающийся должен знать и уметь применять на практике методы теории обыкновенных дифференциальных уравнений, дискретной математики, вероятностей и математической статистики, технологии программирования, численные методы и алгоритмы решения типовых математических задач; владеть методологией и навыками решения научных и практических задач.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-7 Готов к решению математических задач с учетом знаний в разделах математики	
ПК-10 Способен оперировать теоретическими основами математики	

4. Содержание дисциплины

Системы уравнений и приближение функций.

Метод бисекций решения скалярного уравнения. Метод Ньютона решения скалярного Уравнения. Достаточные условия сходимости метода Ньютона, его погрешность. Модифицированный метод Ньютона. Метод хорд решения скалярного уравнения.

Сходимость метода хорд, погрешность метода. Комбинированный метод хорд-касательных.

Сжимающие операторы в полных метрических пространствах. Теорема о неподвижной точке. Итерационный метод вычисления неподвижной точки, его погрешность. Итерационный метод решения скалярного уравнения.

Задача интерполяции функций. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Погрешность интерполяции в равномерной норме. Многочлены Чебышева, их свойства. Погрешность интерполяции в узлах многочленов Чебышева.

Численное дифференцирование. Погрешности формул численного дифференцирования.

Интерполяционные сплайны. Экстремальное свойство кубических сплайнов. Построение кубического интерполяционного сплайна с краевыми условиями на вторую производную. Метод прогонки решения трехдиагональных систем линейных уравнений.

Приближение функций в среднеквадратической норме. Приближение таблично заданных функций методом наименьших квадратов.

Нормы матриц. Нормы матриц, согласованные с нормами векторов. Построение наименьшей согласованной нормы. Нормы матриц, согласованные с евклидовой, кубической и октаэдрической нормами векторов. Сходимость матричных степенных рядов. Итерационные методы решения систем линейных уравнений и обращения матриц.

Локализация собственных значений. Метод вращений нахождения собственных векторов и собственных значений симметричных матриц. Сходимость метода вращений и его погрешность.

Метод Ньютона решения систем уравнений. Сходимость метода Ньютона и его погрешность. Модифицированный метод Ньютона.

Метод простой итерации решения систем уравнений. Достаточные условия сходимости метода и его погрешность.

Сведение задачи вычисления нулей аналитической функции к задаче решения системы уравнений. Теорема Канторовича о вычислении нулей аналитических функций.

Простейшие квадратурные формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Погрешности простейших квадратур. Оптимизация выбора узлов интегрирования. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.

Дифференциальные уравнения.

Решение задачи Коши с помощью формулы Тейлора. Метод ломанных Эйлера. Методы Рунге-Кутты. Оценки погрешности на шаге. Оценки погрешности одношаговых методов. Конечно-разностные методы. Метод Адамса. Погрешность конечно-разностных методов. Особенности применения методов Рунге-Кутты и Адамса к системам уравнений. Специализация конечно-разностных методов для уравнений второго порядка.

Простейшие методы решения краевой задачи для уравнения второго порядка. Функция Грина сеточной краевой задачи. Решение простейшей сеточной краевой задачи. Решение краевых задач для систем уравнений первого порядка. Нелинейные краевые задачи.

Вариационные методы решения краевых задач (методы Ритца и Бубнова-Галеркина). Вариационно-разностные аналоги методов Ритца и Бубнова-Галеркина.

Общие понятия теории метода сеток. Аппроксимация дифференциальной задачи разностной. Устойчивость и сходимость разностных схем. Теорема Филиппова о связи устойчивости, аппроксимации и сходимости.

Аппроксимация простейших гиперболических задач. Спектральный признак устойчивости. Разностные схемы для одномерного параболического уравнения. Разностная аппроксимация эллиптических уравнений

5. Тематическое планирование

Модули дисциплины

№	Наименование модуля	Лекции	Практики/ семинары	Лабораторные	Сам. работа	Всего, часов
1	Численные методы	20	0	34	54	108

№ темы	Тема	Кол-во часов	Компетенции по теме
Лекции			
1	Решение скалярных уравнений	2	ПК-7, ПК-10
2	Сходимость методов касательных и хорд	2	ПК-7, ПК-10
3	Метод прогонки для трехдиагональных систем	2	ПК-7, ПК-10
4	Нормы матриц	2	ПК-7, ПК-10
5	Итерационные методы решения линейных систем	2	ПК-7, ПК-10
6	Интерполяционные многочлены. Сплайн-интерполяция.	2	ПК-7, ПК-10
7	Методы решения систем уравнений. Простейшие квадратурные формулы. Формулы Ньютона-Котеса.	2	ПК-7, ПК-10
8	Аппроксимация в гильбертовых пространствах непрерывных и сеточных функций	2	ПК-7, ПК-10
9	Численные методы решения задач линейного программирования	2	ПК-7, ПК-10
10	Численные методы решения задач нелинейного программирования	2	ПК-7, ПК-10
Лабораторные работы			
1	Решение скалярных уравнений	2	ПК-7, ПК-10
2	Сходимость методов касательных и хорд	2	ПК-7, ПК-10
3	Метод прогонки для трехдиагональных систем. Нормы матриц	2	ПК-7, ПК-10
4	Итерационные методы решения линейных систем	2	ПК-7, ПК-10
5	Интерполяционные многочлены	2	ПК-7, ПК-10
6	Сплайн-интерполяция	2	ПК-7, ПК-10
7	Методы решения систем уравнений. Формулы Ньютона-Котеса.	2	ПК-7, ПК-10
8	Системы линейных уравнений	2	ПК-7, ПК-10
9	Интерполяция	2	ПК-7, ПК-10

10	Численное интегрирование	2	ПК-7, ПК-10
11	Аппроксимация в гильбертовых пространствах непрерывных и сеточных функций	4	ПК-7, ПК-10
12	Численные методы решения задач линейного программирования	2	ПК-7, ПК-10
13	Численные методы решения задач нелинейного программирования	2	ПК-7, ПК-10
14	Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений	2	ПК-7, ПК-10
15	Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений	2	ПК-7, ПК-10
16	Численное решение уравнений в частных производных	2	ПК-7, ПК-10
Самостоятельная работа			
1	Решение скалярных уравнений	6	ПК-7, ПК-10
2	Системы линейных уравнений	6	ПК-7, ПК-10
3	Интерполяция. Сплайн-интерполяция. Интерполяционные многочлены	6	ПК-7, ПК-10
4	Численное интегрирование	6	ПК-7, ПК-10
5	Итерационные методы решения линейных систем	6	ПК-7, ПК-10
6	Формулы Ньютона-Котеса	6	ПК-7, ПК-10
7	Задача Коши. Численное дифференцирование	6	ПК-7, ПК-10
8	Численное решение уравнений в частных производных	6	ПК-7, ПК-10
9	Численные методы решения задач выпуклого программирования	6	ПК-7, ПК-10

6. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа включает две составные части: аудиторная самостоятельная работа и внеаудиторная.

Самостоятельная аудиторная работа включает выступление по вопросам семинарских занятий, выполнение практических заданий (*при наличии*).

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов заключается в следующих формах:

- изучение и осмысление литературы;
- аналитическая обработка текста (конспектирование, реферирование);
- решение необходимых задач.

7. Примерная тематика контрольных и курсовых работ.

Учебным планом курсовых и контрольных работ по дисциплине не предусмотрено.

8. Примерные вопросы к дифференцированному зачету

1. Приближенные числа и действия над ними.
2. Решение нелинейных уравнений.
3. Метод Ньютона.
4. Общая теория итерационных методов.
5. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом простых итераций.
6. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Зейделя.
7. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом вращений.
8. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
9. Базисные многочлены и их свойства.
10. Разделенные разности и их свойства.
11. Конечные разности и их свойства.
12. Интерполяционный многочлен Ньютона с шагом вперед.
13. Оценка погрешности многочлена Ньютона с шагом вперед.
14. Интерполяционный многочлен Ньютона с шагом назад.
15. Оценка погрешности многочлена Ньютона с шагом назад.
16. Интерполяционные кубические сплайны. Типы граничных условий.
17. Оценка погрешности при интерполяции кубическими сплайнами.
18. Простейшие квадратурные формулы. Метод Симпсона.
19. Квадратурные формулы Ньютона-Котеса.
20. Квадратурные формулы Гаусса.
21. Сравнительный анализ квадратурных формул.
22. Методы Рунге-Кутты для решения задачи Коши для дифференциального уравнения первого порядка.
23. Оценка погрешности методов Рунге-Кутты.
24. Частные случаи формул Рунге-Кутты.
25. Методы Адамса.
26. Сравнительный анализ методов Адамса и Рунге-Кутты.
27. Разностные аналоги производных.
28. Погрешности аппроксимации производных разделенными разностями.
29. Решение краевых задач для дифференциального уравнения второго порядка методом конечных разностей.
30. Метод прогонки для систем с трехдиагональной матрицей.
31. Анализ устойчивости метода прогонки.
32. Разностные схемы для уравнения теплопроводности.
33. Сходимость и устойчивость разностных схем.
34. Признак Неймана устойчивости разностных схем.
35. Признак Леви устойчивости гиперболических систем.
36. Неустойчивость и возникновение хаоса в динамических системах на примере системы Лоренца.
37. Сравнительный анализ квадратурных формул.
38. Методы Рунге-Кутты для решения задачи Коши для дифференциального уравнения первого порядка.
39. Оценка погрешности методов Рунге-Кутты.
40. Частные случаи формул Рунге-Кутты.
41. Методы Адамса.
42. Сравнительный анализ методов Адамса и Рунге-Кутты.
43. Разностные аналоги производных.
44. Погрешности аппроксимации производных разделенными разностями.

45. Решение краевых задач для дифференциального уравнения второго порядка методом конечных разностей.
46. Метод прогонки для систем с трехдиагональной матрицей.
47. Анализ устойчивости метода прогонки.
48. Разностные схемы для уравнения теплопроводности.
49. Сходимость и устойчивость разностных схем.
50. Признак Неймана устойчивости разностных схем.
51. Признак Леви устойчивости гиперболических систем.
52. Неустойчивость и возникновение хаоса в динамических системах на примере системы Лоренца.

9. Формы и критерии оценивания учебной деятельности студента

На основании разработанной компетентностной модели выпускника образовательные цели представлены в виде набора компетенций как планируемых результатов освоения образовательной программы. Определение уровня достижения планируемых результатов освоения образовательной программы осуществляется посредством оценки уровня сформированности компетенции и оценки уровня успеваемости обучающегося по пятибалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено»).

Основными критериями оценки в зависимости от вида работы обучающегося являются: сформированность компетенций (знаний, умений и владений), степень владения профессиональной терминологией, логичность, обоснованность, четкость изложения материала, ориентирование в научной и специальной литературе.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций и оценки уровня успеваемости обучающегося

Текущий контроль

Уровень сформированности компетенции	Уровень освоения модулей дисциплины (оценка)	Критерии оценивания отдельных видов работ обучающихся		
		Устный/письменный опрос	Отчет по лабораторной/практической работе	Выполнение заданий самостоятельной работы
Высокий	Отлично (зачтено)	Обучающийся ответил на все вопросы и продемонстрировал полноту знаний по изучаемому материалу	Содержит все задания практической (лабораторной) работы, оформлен в соответствии с требованиями	Студент безошибочно ответил на все основные вопросы, а также продемонстрировал свободное владение материалом при ответе на дополнительные вопросы; работа выполнена в полном объеме и в точном соответствии с требованиями; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании
Базовый	Хорошо (зачтено)	Обучающийся ответил на большую часть	Содержит большинство заданий практической	Студент безошибочно ответил на основные вопросы, но не точно или не в полном объеме раскрыл дополнительные вопросы; работа выполнена в полном объеме и в

		вопросов и продемонстрировал понимание изучаемого материала	(лабораторной) работы, оформлен в соответствии с требованиями	точном соответствии с требованиями; студент твердо владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя
Пороговый	Удовлетворительно (зачтено)	Ответ обучающегося содержал ошибки и недочеты	Содержит меньшую часть заданий практической (лабораторной) работы, оформлены не соответствуют требованиям	Студент затрудняется в ответах на вопросы и отвечает только после наводящих вопросов, демонстрирует слабое знание при ответе на дополнительные вопросы; работа выполнена в основном правильно, но без достаточно глубокой проработки некоторых разделов; студент усвоил только основные разделы теоретического материала и по указанию преподавателя применяет его практически; на вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки
Компетенции не сформированы	Неудовлетворительно (не зачтено)	Обучающийся не ответил на поставленные вопросы	Отчет не предоставлен	Студент не ответил ни на один вопрос; работа не выполнена

Промежуточная аттестация

Уровень сформированности компетенции	Уровень освоения дисциплины	Критерии оценивания обучающихся (работ обучающихся)
		дифференцированный зачет
Высокий	отлично (зачтено)	Студент показал всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений
Базовый	хорошо (зачтено)	Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности
Пороговый	удовлетворительно (зачтено)	Студент показал фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации

Компетенции не сформированы	неудовлетворительно (не зачтено)	Студент не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач
-----------------------------	----------------------------------	--

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Используемые инструментальные и программные средства.

Программное обеспечение: Maple 12.

-Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. – М.: Айрис-пресс, 2007

-Смирнов В. Курс высшей математики. Том 1-2 .24-е изд. СПб.: БХВ-Петербург, 2010.

- Соловьев И.А., Шевелев В.В. и др. Практическое руководство к решению задач по высшей математике. Линейная алгебра, векторная алгебра, аналитическая геометрия, введение в математический анализ, производная и ее приложения: Учебное пособие. 2-е изд. СПб. Издательство «Лань» 2008;

-Кузнецов А.В., Сакович В.А., Холод Н.И., Слукин Н.М., Дежурко Л.Ф., Хотомцева М.А.

Сборник задач и упражнений по высшей математике. Математическое программирование: Учебное пособие. 3-е изд., изд. СПб.Издательство «Лань» 2010; электронная библиотека ibooks.ru.