

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»
(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Численные методы и математическое моделирование

Направление подготовки 03.03.02 «Физика»

Направленность « Физика »

Квалификация выпускника: бакалавр

Кострома 2022

Рабочая программа дисциплины «Численные методы и математическое моделирование» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 03.03.02–Физика, утвержден 07.08.2020 г., приказ № 891

Разработал: Сухов Андрей Константинович, доцент, к.ф.-м.н., доцент

Рецензент: Леготин Денис Леонидович, доцент, к.ф.-м.н., доцент

УТВЕРЖДЕНО:

Заведующий кафедрой общей и теоретической физики

Шадрин Сергей Юрьевич, к.т.н., доцент

Протокол заседания кафедры № 8 от 17 марта 2022 г.

ПЕРЕУТВЕРЖДЕНО:

Заведующий кафедрой общей и теоретической физики

Шадрин Сергей Юрьевич, к.т.н., доцент

Протокол заседания кафедры № 6 от 27 февраля 2023 г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: познакомить студентов с современными методами обработки приближенных чисел, численными методами решения уравнений и их систем, методами аппроксимации функций и подбору эмпирических формул.

Задачи дисциплины:

- научить грамотной постановке и анализу решений математических задач на компьютере;
- освоить работу с приближенными числами;
- научить оценивать точность проводимых вычислений;
- познакомить с применением численных методов при решении математических задач.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Освоить компетенции:

ОПК-3: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Код и содержание индикаторов компетенции

ОПК3.1. Должен знать и понимать принципы работы современных информационных технологий

ОПК3.2. Уметь использовать современные информационные системы и технологии в решении профессиональных задач

знать:

- этапы решения задачи на компьютере;
- источники погрешности при вычислениях;
- способы интерполяции и аппроксимации табличных функций;

уметь:

- записывать приближенные числа;
- проводить оценку погрешности приближенных вычислений;
- находить корни уравнений и систем с заданной точностью;
- интерполировать и аппроксимировать полиномами;

владеть:

- методами численного решения уравнений и систем уравнений.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Численные методы и математическое моделирование» относится к обязательной части образовательной программы подготовки бакалавров физики. В отношении технологического содержания она дополняет дисциплины: «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Дифференциальные уравнения». В отношении класса решаемых задач она находится в одном ряду с дисциплинами «Теория вероятностей и математическая статистика», «Вычислительная физика», «Уравнения математической физики».

Для изучения дисциплины «Численные методы и математическое

моделирование» необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами «Математический анализ», «Информационные технологии», «Элементарная физика».

4. Объем дисциплины

4.1. Объем дисциплины в зачётных единицах с указанием академических часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма	Очно-заочная	Заочная
Общая трудоемкость в зачетных единицах	4		
Общая трудоемкость в часах	144		
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	84		
Лекции	34		
Практические занятия	34		
Лабораторные занятия	16		
Контроль			
Самостоятельная работа в часах	60		
Форма промежуточной аттестации	Экзамен – 3 семестр		

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма	Очно-заочная	Заочная
Лекции	34		
Практические занятия	34		
Лабораторные занятия	16		
Консультации	2		
Зачет/зачеты	-		
Экзамен/экзамены	0,35		
Курсовые работы	-		
Курсовые проекты	-		
Всего	86,35		

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

5.1 Тематический план учебной дисциплины

№ п/п	Наименование темы	Всего з.е./час	Аудиторные занятия			Самос.
			Лекции	Практ.	Лабор.	
1.	Этапы решения задач на компьютере. Математические модели	14	4	4	2	4
2.	Основы теории приближенных вычислений	18	6	6	2	4
3.	Решение уравнений с одним неизвестным	18	6	6	2	4

4.	Решение систем линейных уравнений	20	6	6	4	4
5.	Аппроксимация функций	20	6	6	4	4
6.	Подбор эмпирических формул	18	6	6	2	4
	Экзамен	36				36
	ИТОГО:	144	34	34	16	60

5.2. Содержание дисциплины:

ТЕМА 1. Этапы решения задач на компьютере. Математические модели. Основные этапы решения задачи на компьютере. Понятие математической модели. Методы решения математических моделей. Общая характеристика численных методов. Корректность и устойчивость задачи. Источники погрешностей. Особенности машинной арифметики. Структура полной погрешности. Методы точные и приближенные.

ТЕМА 2. Основы теории приближенных вычислений. Основные понятия теории приближенных вычислений. Округление приближенных чисел. Строгий учет погрешностей при арифметических действиях и вычислении функций. Прямая и обратная задачи теории приближенных вычислений. Строгие методы учета погрешностей при решении задач. Правила подсчета верных цифр.

ТЕМА 3. Решение уравнений с одним неизвестным. Итерационные методы решения нелинейных уравнений с одним неизвестным. Метод половинного деления. Метод хорд. Метод Ньютона. Метод простой итерации.

ТЕМА 4. Решение систем линейных уравнений. Решение точное и приближенное, критерии близости. Плохо обусловленные системы. Методы прямые и итерационные. Вычисление определителей и обратных матриц. Метод прогонки. Проблема собственных значений. Метод простых итераций, достаточные условия сходимости итерационного процесса, оценка точности.

ТЕМА 5. Аппроксимация функций. Понятие о приближении функций. Таблично заданные функции, основные понятия. Критерии приближения функций. Интерполяция, ее виды. Интерполяционный полином Лагранжа. Сплайны. Конечные разности. Интерполяционные формулы Ньютона.

ТЕМА 6. Подбор эмпирических формул. Характер экспериментальных данных. Критерии равномерного и среднеквадратичного приближения. Метод наименьших квадратов. Определение подходящей степени приближающего алгебраического полинома. Приближение тригонометрическими и экспоненциальными полиномами.

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	Этапы решения задач на компьютере. Математические модели	Изучение теоретического материала	4	Используйте литературу [1], [2], [5]	Устный опрос
2	Основы теории приближенных вычислений	Изучение литературы, составление компьютерных программ	4	Используйте литературу [1], [2], [5]	Индивидуальное собеседование, проверка домашних заданий
3	Решение уравнений с одним неизвестным	Изучение литературы, составление компьютерных программ, решение задач	4	Используйте литературу [1], [2], [3]	Индивидуальное собеседование, проверка домашних заданий, контрольная работа
4	Решение систем линейных уравнений	Изучение литературы, составление компьютерных программ	4	Используйте литературу [1], [3], [4]	Индивидуальное собеседование, проверка домашних заданий
5	Аппроксимация функций	Изучение литературы, разработка индивидуального проекта	4	Используйте литературу [1], [2], [5]	Индивидуальное собеседование, тестирование экспертной системы
6	Подбор эмпирических формул	Решение индивидуальных заданий	4	Используйте литературу [1], [2], [5]	Проверка

6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий

Лабораторные занятия 1–3. Теория приближенных вычислений.

Источники погрешностей. Полная погрешность решения задачи, ее структура. Погрешность, явная и неявная формы ее записи. Правила округления.

Лабораторные занятия 4–6. Оценка погрешности приближенных вычислений.

Строгий учет погрешностей при арифметических действиях. Строгий учет погрешностей при вычислении функций. Нестрогий учет погрешностей. Правила подсчета верных цифр при арифметических действиях и вычислении функций.

Методы строгого учета погрешностей при решении задач

Лабораторные занятия 7-8. Вычисление действительных корней уравнений с одним неизвестным.

Отделение и уточнение корней. Метод дихотомии (половинного деления). Метод хорд, метод касательных.

Лабораторные занятия 9-11. Решение систем линейных уравнений.

Прямые и итерационные методы решения. Метод Гаусса решения систем линейных уравнений. Учет погрешности. Решение систем линейных уравнений методом простых итераций. Достаточное условие сходимости итераций.

Лабораторные занятия 12-14. Табличная обработка данных. Интерполирование.

Интерполяция. Линейная интерполяция. Полином Лагранжа. Множители Лагранжа. Глобальная и локальная интерполяция. Сплайны. Конечные разности. Правильная таблица конечных разностей. Интерполяционные формулы Ньютона.

Лабораторные занятия 15-17. Среднеквадратичное приближение.

Метод наименьших квадратов для линейной и квадратичной приближающей функции. Степенная и показательная приближающие функции.

Для сдачи экзамена студент должен представить отчеты по всем расчетным работам текущего семестра и ответить на вопросы билета из приведённого ниже списка. Также на экзамене студент должен провести расчеты, аналогичным тем, за которые он отчитался (если таковые имеются). Все задания, предлагаемые на экзамене, строго индивидуальны.

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины «Численные методы и математическое моделирование»

а) основная:

1. Лапчик, М. П. Численные методы : Учеб. пособие для студ. вузов / М. П. Лапчик, М. И. Рагулина, Е. К. Хеннер ; Под ред. М. П. Лапчика. - М. : Академия, 2004. - 384 с. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 381. - ISBN 5-7695-1339-X : 134.55. (21 экз.)
2. Волков, Е. А. Численные методы : Учеб. пособие / Е. А. Волков. - 3-е изд., испр. - СПб.: М.: Краснодар : Лань, 2004. - 256 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 244. - Предм. указ.: с. 245-248 . - ISBN 5-8114-0538-3 : 139.10. (11 экз.)
3. Волков, Евгений Алексеевич. Численные методы : учеб. пособие / Волков, Евгений Алексеевич. - Изд. 5-е, стер. - СПб. : Лань, 2008. - 256 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 244. - Предм. указ.: с. 245-248. - ISBN 978-5-8114-0538-1 : 288.00. (10 экз.)

б) дополнительная:

4. Вержбицкий, В. М. Основы численных методов : Учеб. для студ. высш. учеб. заведений / В. М. Вержбицкий. - Изд. 2-е, перераб. - М. : Высш. шк., 2005. - 840 с. - Библиогр.: с. 820-828. - Предм. указ.: с. 829-838. - ISBN 5-06-005493-4 : 469.00. (26 экз.)
5. Исаков, В. Н. Элементы численных методов : Учеб. пособие для студ. пед. высш. учеб. заведений / В. Н. Исаков. - М. : Академия, 2003. - 192 с. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 185-186. - Предм. указ.: с. 187-189. - ISBN 5-7695-0795-0 : 54.90. (50 экз.)
6. Турчак, Л. И. Основы численных методов : учеб. пособие для студ. вузов / Л. И. Турчак, П. В. Плотников. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 304 с. - Библиогр.: с. 290-292. - Предм. указ.: с. 293-300. - ISBN 5-9221-0153-6 : 171.33. (5 экз.)
7. Самарский, А. А. Введение в численные методы : учеб. пособие для вузов / А. А. Самарский ; Москов. гос. ун-т. - 3-е изд., стер. - М. : Лань, 2005. - 288 с. - (Классический университетский учебник) (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 281. - Предм. указ.: с. 284-286. - ISBN 5-8114-0602-9 : 158.13. (5 экз.)
8. Заварыкин, В. М. Численные методы : [учеб. пособие для студентов физ.мат. спец. пед. ин-тов] : допущено Госкомитетом СССР по народ. образованию / В. М. Заварыкин, В. Г. Житомирский, М. П. Лапчик. - М. : Просвещение, 1991. - 176 с. : ил. - Библиогр.: с. 173 (18 назв.). - ISBN 5-09-000599-0 : 0.80. (17 экз.)
9. Бахвалов, Н.С. Численные методы: анализ, алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения / Н.С. Бахвалов ; ред. И.М. Овчинниковой, Е.В. Шикина. - Москва : Наука, 1975. - 632 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456941>
10. Мастяева, И.Н. Численные методы : учебно-практическое пособие / И.Н. Мастяева. - Москва : Издательство МЭСИ, 2003. - 240 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90907>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Библиотека КГУ <http://library.ksu.edu.ru/>
2. Национальный открытый университет ИНТУИТ (www.intuit.ru)

Электронные библиотечные системы:

3. ЭБС «Лань»
4. ЭБС «Университетская библиотека online»
5. ЭБС «Znanium»

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория для лекций:

Корпус Е, № 212, количество посадочных мест – 24.

Аудитория для практических занятий:

Компьютерный класс, корпус "Е", ауд.227, количество посадочных мест – 16, Блок системный КМ Office ТЗ-4170, монитор Philips. Лицензионное ПО: Windows 8.1 Pro договор № 50155/ЯР4393 от 12.12.2014 с ООО Софт-лайн Проекты, MathCAD Education договор № 208/13 от 10.06.2013 с ООО ЮнитАльфаСофт.

Аудитории для самостоятельной работы:

Читальный зал корпуса «Е», количество посадочных мест – 22, 9 компьютеров (6 для читателей, 3 для сотрудников); 1 сканер.

Читальный зал корпуса «Б1», количество посадочных мест – 200. 3 компьютера для сотрудников; 1 принтер; 1 копир/принтер; 1 проектор; 2 экрана для проектора; 1 ворота «Антивор»; 1 WIFI-точка доступа. Лицензионное ПО: АИБС МаркSQL.

Компьютерный класс, корпус "Е", ауд.227, количество посадочных мест – 16, Блок системный КМ Office ТЗ-4170, монитор Philips. Лицензионное ПО: Windows 8.1 Pro договор № 50155/ЯР4393 от 12.12.2014 с ООО Софт-лайн Проекты, MathCAD Education договор № 208/13 от 10.06.2013 с ООО ЮнитАльфаСофт.

Аннотация		
Наименование дисциплины	Численные методы и математическое моделирование	
Направление подготовки	03.03.02–Физика	
Направленность подготовки	Физика	
Трудоемкость дисциплины	Зачетные единицы	Часы
	4	144
Формы контроля	Экзамен	
Цели освоения дисциплины		
Познакомить студентов с современными методами обработки приближенных чисел, численными методами решения уравнений и их систем, методами аппроксимации функций и подбору эмпирических формул.		
Задачи дисциплины		
<ul style="list-style-type: none"> – научить грамотной постановке и анализу решений математических задач на компьютере; – освоить работу с приближенными числами; – научить оценивать точность проводимых вычислений; – познакомить с применением численных методов при решении математических задач. 		
Место дисциплины в структуре ОП		
Данная дисциплина изучается в третьем семестре и входит в обязательную часть образовательной программы подготовки бакалавров физики.		
Формируемые компетенции		
ОПК-3: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности		
Требования к уровню освоения содержания дисциплины:		
знать:		
<ul style="list-style-type: none"> – этапы решения задачи на компьютере; – источники погрешности при вычислениях; – способы интерполяции и аппроксимации табличных функций; 		
уметь:		
<ul style="list-style-type: none"> – записывать приближенные числа; – проводить оценку погрешности приближенных вычислений; – находить корни уравнений и систем с заданной точностью; – интерполировать и аппроксимировать полиномами 		
владеть:		
методами численного решения уравнений и систем уравнений		