

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФРАКТАЛЬНЫХ МНОЖЕСТВ

Направление подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Направленность подготовки «Прикладная математика и информатика»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

**Кострома
2024**

Рабочая программа дисциплины «Методы моделирования фрактальных множеств» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (уровень подготовки бакалавриат), утверждённым приказом № 9 от 10.01.2018 г.

Разработал: Секованов Валерий Сергеевич, д.п.н, к.ф.-м.н., профессор КГУ

Рецензент: Козырев Сергей Борисович, доцент КГУ

ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий:

Протокол заседания кафедры №6 от 14.05.2024 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий

Ивков Владимир Анатольевич, к.э.н., доцент КГУ

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины: развить у бакалавров способность разрабатывать математико-информационные модели фрактальных множеств.

Задачи дисциплины:

- изучить классические фрактальные множества на вещественной плоскости;
- изучить классические фрактальные множества на комплексной плоскости;
- изучить алгоритмы построения фрактальных множеств на вещественной и комплексной плоскостях;
- выработать практические навыки использования методов дискретных и непрерывных динамических систем при создании фрактальных моделей с помощью ИКТ.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

освоить компетенцию:

ОПК-3: (способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности).

Код и содержание индикаторов компетенции

ОПК-3.1. Знать: технологии разработки и анализа математических моделей в профессиональной деятельности

ОПК-3.2. Уметь: разрабатывать математические модели и проводить их анализ

ОПК-3.3. Иметь навыки: построения математических моделей в области профессиональной деятельности.

Знать:

- что такое фрактал и фрактальная размерность;
- основные алгоритмы построения фракталов;
- применения фрактального моделирования в различных областях и дисциплинах;
- что такое аттрактор, бассейн притяжения, циклическая точка;
- что такое дискретная и непрерывная математические модели, хаос.

Уметь:

- вычислять фрактальную размерность;
- строить модели фрактальных множеств с помощью L -систем, аффинных преобразований, итерирования функций вещественной и комплексной переменных;
- анализировать фазовые портреты, графики итераций функций и диаграммы Ламерея;
- строить и анализировать фрактальные модели различных объектов и явлений.

Владеть:

- методами фрактального анализа, нацеленными на разработку математических моделей;
- компьютерными технологиями, включая программирование и компьютерную математику для построения моделей фракталов;
- методом линеаризации нелинейных дискретных и непрерывных динамических систем.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Методы моделирования фрактальных множеств» относится к базовой части учебного плана, изучается в 8 семестре обучения.

Для изучения дисциплины «Методы моделирования фрактальных множеств» необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Комплексный анализ», «Прикладное программирование», «Дифференциальные уравнения», «Математические основы компьютерной графики».

Дисциплина «Методы моделирования фрактальных множеств» интегрирует с дисциплинами «Элементы нелинейной динамики» и «Основы синергетики».

Компетенция ОПК-3 дополнительно формируется дисциплинами: «Методы

вычислительной математики», «Методы оптимизации», «Математические основы компьютерной графики», «Элементы нелинейной динамики», «Основы синергетики» и учебной практикой.

4. Объем дисциплины «Методы моделирования фрактальных множеств»

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

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	3
Общая трудоемкость в часах	108
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	34
Лекции	16
Практические занятия	
Лабораторные занятия	18
Самостоятельная работа в часах	74
Форма промежуточной аттестации	зачет

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	16
Практические занятия	–
Лабораторные занятий	18
Консультации	–
Зачет/зачеты	–
Экзамен/экзамены	
Курсовые работы	
Курсовые проекты	
Всего	34

5. Содержание дисциплины «Методы моделирования фрактальных множеств», структурированное по темам, с указанием количества часов и видов занятий

5.1. Тематический план учебной дисциплины

№ п/п	Наименование темы	Всего з.е./ч	Аудиторные занятия			Сам. работа	
			Всего	Лекции	Лабор.		Практ.
1	Что такое фрактал?	0.3/12	4	2	2	–	8
2	Фракталы на вещественной плоскости.	0.39/14	4	2	2	–	10
3	Фракталы на комплексной плоскости	0.39/14	4	2	2	–	10
4	Построение фракталов с помощью L-систем	0.39/14	4	2	2	–	10
5	Построение фракталов с помощью аффинных преобразований	0.39/14	6	2	4	–	8
6	Построение фракталов на комплексной плоскости	0.3/12	4	2	2	–	8
7	Создание математических моделей с помощью фрактальных множеств в физике.	0.39/14	4	2	2	–	10
8	Создание математических моделей с помощью фракталов в биологии	0.39/14	4	2	2	–	10
	ИТОГО:	108	34	16	18		74

5.2. Содержание:

Тема 1. Что такое фрактал? Определение фрактальных размерностей.

Тема 2. Фракталы на вещественной плоскости. Множество Кантора, кривая Коха, ковры Серпинского.

Тема 3. Фракталы на комплексной плоскости. Множества Жюлиа, Множества Мандельброта.

Тема 4. Построение фракталов с помощью L-систем. Дается определение L-системы. Разрабатываются алгоритмы построения фракталов.

Тема 5. Построение фракталов с помощью аффинных преобразований. Дается определение L-системы. Разрабатываются алгоритмы построения фракталов.

Тема 6. Построение фракталов на комплексной плоскости. Строятся фракталы на комплексной плоскости.

Тема 7. Создание математических моделей с помощью фрактальных множеств в физике. Модель Эдварда Лоренца, Фазовые переходы.

Тема 8. Создание математических моделей с помощью фракталов в биологии. Модели роста популяций с помощью фрактальных множеств (дерево Фейгенбаума).

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины «Методы моделирования фрактальных множеств»

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине

№	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Формы контроля
1	Что такое фрактал?	Изучение теоретического материала. Принципы дидактики	8	Используйте литературу [1], [4]	Устный опрос
2	Периодические точки, циклы, орбиты, аттракторы	Изучение литературы, составление компьютерных программ. Методы дидактики	10	Используйте литературу [2], [5]	Реферат
3	Примеры дискретных и математических моделей в биологии	Изучение литературы, составление компьютерных программ, решение задач. Формы обучения.	10	Используйте литературу [2], [5]	Индивидуальное собеседование, проверка домашних заданий, контрольная работа
4	Примеры дискретных и математических моделей в экономике	Изучение литературы, составление компьютерных программ. Типы лекций.	10	Используйте литературу [2], [5]	Индивидуальное собеседование, проверка домашних заданий
5	Вычисление константы Фейгенбаума	Изучение литературы, разработка индивидуального проекта. Что такое тетрадная форма обучения.	8	Используйте литературу [3], [4],[9]	Индивидуальное собеседование, тестирование экспертной системы
6	Понятие хаоса и примеры хаотических отображений	Изучение литературы, составление компьютерных программ. Характеристика проблемной лекции.	8	Используйте литературу [3], [6]	Коллоквиум
7	Комплексные дискретные и математические модели	Анализ сайтов. Характеристика дистанционного обучения	10	Используйте литературу [4], [7]	реферат
8	Множества Жюлиа и множество Мандельброта	Разработка алгоритмов построения множеств Жюлиа и множества Мандельброта.	8	Используйте литературу [1], [4],[9]	Индивидуальное собеседование,

					проверка домашних заданий, контрольная работа
--	--	--	--	--	---

6.2. Тематика и задания для практических занятий

Не предусмотрено.

6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная:

1. Секованов В. С. Элементы теории фрактальных множеств: учебное пособие. 5-е издание. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. – 248 с.

2. Секованов В. С. Что такое фрактальная геометрия? – М.: ЛЕНАНД, 2016. – 272 с. (Синергетика: от прошлого к будущему. №75; науку ВСЕМ! Шедевры научно-популярной литературы (физика). №114.).

3. Секованов В. С. Элементы теории дискретных динамических систем: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2017. – 180 с.

4. Бабенко А. С. Секованов В. С. Введение в нелинейную динамику: учебно-методич. пособие. – Кострома: КГУ им. Н. А. Некрасова, 2010. – 60 с.

5. Бабенко А. С. Непрерывные математические модели: учебно-методич. пособие. – Кострома: КГУ им. Н. А. Некрасова, 2013. – 52 с.

б) дополнительная:

6. Секованов В.С. Фрактальная геометрия. Преподавание, задачи, алгоритмы, синергетика, эстетика, приложения: Учебное пособие. – СПб: Издательство «Лань», 2019 г. –180 с.

7. Секованов В.С. Формирование креативной личности студента вуза при обучении математике на основе новых информационных технологий. Кострома: КГУ им. Н. А. Некрасова 2004. – 231с.

8. Секованов В.С. Методическая система формирования креативности студента университета в процессе обучения фрактальной геометрии. – Кострома: КГУ им. Н. А. Некрасова, 2006. – 279 с.

9. Секованов В. С. Фрактальная геометрия. Преподавание, задачи, алгоритмы, синергетика, эстетика, приложения: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2019 г. – 180 с.

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

Информационно-образовательные ресурсы:

1. Библиотека ГОСТов. Все ГОСТы, [Электронный ресурс], URL:<http://vsegost.com/>

2. Национальный открытый университет <http://intuit.ru/>

Электронные библиотечные системы:

1. ЭБС Университетская библиотека онлайн - <http://biblioclub.ru>

2. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com>

3. ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com>

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

Лекционные занятия проводятся в аудиториях с требуемым числом посадочных мест, оборудованные мультимедиа.

Лабораторные работы проводятся в компьютерных классах.

Лицензионное программное обеспечение:

Windows 8 Pro лицензия 01802000875623 постоянная 1-шт.; LibreOffice 5.0, лицензия GNU LGPL; Microsoft Visual Studio 2013, лицензия; PascalABC.NET, лицензия GNU LGPL;

Свободно распространяемое программное обеспечение:

- среды программирования C#, Turbo Pascal-8,
- математический пакет Mathcad -14,
- офисный пакет.