

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
2019**

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, профессор, д.п.н., к.ф.-м.н.


Рецензент:  Благовещенский Владимир Валерьевич, д. ф.-м. н, профессор КГУ

УТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий,

Протокол №12 от 22 мая 2019 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий

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

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Изучение дисциплины «Методы моделирования фрактальных множеств» (Обязательная часть. Блок 1) важно для бакалавров направления подготовки «Прикладная математика и информатика», поскольку имеет многочисленные приложения в различных областях знаний, что положительно влияет на развитие общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций бакалавров.

При изучении дисциплины «Методы моделирования фрактальных множеств» формируется общепрофессиональная компетенция (ОПК-3): **Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.**

Индикаторы ОПК 3:

ОПК-3.1. Применяет вычислительные и оптимизационные математические модели при решении задач в области профессиональной деятельности.

ОПК-3.2. Применяет вероятностные и статистические математические модели при решении задач в области профессиональной деятельности.

ОПК-3.3. Исследует динамические математические модели, анализирует результаты исследований, формулирует выводы о поведении динамической системы.

ОПК-3.4. Использует математические модели для построения компьютерных изображений.

Бакалавры углубленно изучают фрактальные множества на вещественной и комплексной плоскости, разрабатывают алгоритмы их построения, реализуют новые математические методы и знакомятся с идеями синергетики – нового бурно развивающегося научного направления.

При изучении выше указанной дисциплины бакалавры знакомятся с одним из универсальных методов решения различных задач (исследование фракталов и хаоса в динамических системах, создание математических моделей и др.), что положительно влияет на развитие их общекультурных компетенций. Парадигма изучения дисциплины «Методы моделирования фрактальных множеств» возникла в связи с потребностью решения различных задач производственно-технологической деятельности. Она основана на идее создания математической модели объекта природы, процесса деятельности с использованием информационных и коммуникационных технологий (ИКТ). Это позволит будущему специалисту в области прикладной математики и информатики сконцентрироваться на изучении и использовании математических методов и ИКТ, которые при исследовании играют равноправную роль и укрепляют интеграцию математики и информатики.

Цель изучения дисциплины: «Методы моделирования фрактальных множеств» – 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.

Данный курс носит прикладной характер. В связи с этим для его успешного освоения магистру необходимо владеть одним из языков программирования высокого уровня и уметь работать с математическим пакетом. Выбор языка, системы программирования и матпакета определяется преподавателем.

Дисциплина «Методы моделирования фрактальных множеств» (Обязательная часть. Блок 1) знакомит с методами современной математики. В отношении технологического содержания она дополняет дисциплины «Методы вычислительной математики», «Основы синергетики», «Элементы нелинейной динамики», «Методы оптимизации», «Математические основы компьютерной графики».

В отношении класса решаемых задач она находится в одном ряду с дисциплинами «Основы синергетики», «Элементы нелинейной динамики».

Бакалавры, завершившие изучение дисциплины «Методы моделирования фрактальных множеств» должны 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.

Бакалавры, завершившие изучение дисциплины «Методы моделирования фрактальных множеств» должны 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» **должны 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.

Бакалавры, завершившие изучение дисциплины «Методы моделирования фрактальных множеств» должны освоить индикаторы компетенции ОПК-3: ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4 с помощью которых формируется компетенция ОПК-3: Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

«Методы моделирования фрактальных множеств»

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

сформировать индикаторы ОПК-3:

ОПК-3.1. Применяет вычислительные и оптимизационные математические модели при решении задач в области профессиональной деятельности.

ОПК-3.2. Применяет вероятностные и статистические математические модели при решении задач в области профессиональной деятельности.

ОПК-3.3. Исследует динамические математические модели, анализирует результаты исследований, формулирует выводы о поведении динамической системы.

ОПК-3.4. Использует математические модели для построения компьютерных изображений.

На базе ОПК-3.1 – ОПК-3.4 обучающийся должен освоить компетенцию ОПК-3: **Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности**

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Методы моделирования фрактальных множеств» изучается в блоке (Обязательная часть. Блок 1) в восьмом семестре. Для изучения дисциплины «Методы моделирования фрактальных множеств» необходимы знания, умения и навыки, изучаемыми дисциплинами «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Комплексный анализ», «Прикладное программирование», «Дифференциальные уравнения», «Математические основы компьютерной графики».

Изучение дисциплины «Методы моделирования фрактальных множеств» является основой для освоения дисциплин: «Элементы нелинейной динамики», «Нейросетевое моделирование», «Методы моделирования физических полей».

Дисциплина «Методы моделирования фрактальных множеств» интегрирует с дисциплинами «Элементы нелинейной динамики», «Основы синергетики», «Математический анализ», «Комплексный анализ», «Аналитическая геометрия», «Линейная алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Физика», «Методы вычислительной математики». Данная интеграция включает в себя логическую и содержательную взаимосвязь, поскольку при ее изучении используются как математические методы, так и ИКТ.

Компетенция ОПК-3 дополнительно формируется дисциплинами: «Методы вычислительной математики», «Методы оптимизации», «Математические основы компьютерной графики», «Элементы нелинейной динамики», «Методы моделирования фрактальных множеств» и учебной практикой.

4. Объем дисциплины

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 | 18 |
| Лабораторные занятия | – |
| 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 занятия | 18 |
| Консультации | – |
| Зачет/зачеты | 0,25 |
| Экзамен/экзамены | |
| Курсовые работы | |
| Курсовые проекты | |
| Всего | 34,25 |

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

5.1. Тематический план дисциплины «Методы моделирования фрактальных множеств»

| № 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

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине «Дискретные математические модели»

| № | 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 | 8 | | Индивидуальное собеседование |

| | | | | | |
|---|---|---|----|-------------------------------------|---|
| | | проекта. Что такое тетрадная форма обучения. | | Используйте литературу [3], [4],[9] | вание, 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 |

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/>

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

Аудитория 228Е для лекционных, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оборудование: посадочные места 16, рабочее место преподавателя. Имеется мультимедиа – компьютер (переносной) с проектором. Установлено 16 компьютеров.

Аудитория 227Е для лекционных, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оборудование: посадочные места 15, рабочее место преподавателя. Имеется мультимедиа – компьютер (переносной) с проектором. Установлено 15 компьютеров.

Лицензионное программное обеспечение:

Windows 8 Pro лицензия 01802000875623 постоянная 1-шт.; LibreOffice 5.0, лицензия GNU LGPL; Microsoft Visual Studio 2013, лицензия; PTC MathCad Prime 1.0, лицензия; Java SE 1.8, лицензия GNU LGPL; PascalABC.NET, лицензия GNU LGPL;

Свободно распространяемое программное обеспечение:

Языки программирования С#, Turbo Pascal -8, математический пакет Mathad - 14, офисный пакет.