

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Костромской государственной университет»

(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## **Квазилинейное и фрактальное моделирование**

Направление подготовки – **01.04.02 «Прикладная математика и информатика»**

Направленность «**Математическое моделирование и программирование**»

Квалификация (степень) выпускника: магистр

**Кострома  
2024**

Рабочая программа дисциплины Квазилинейное и фрактальное моделирование по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, направленность Математическое моделирование и программирование разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, приказ №13 от 10 января 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 заседания кафедры №12 от 22 мая 2019 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий

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

ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

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 В.А.\_\_\_\_\_ \_к.э.н., доцент\_(ФИО), ученая степень, ученое звание

подпись

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Исторически сложилось, что в нашей стране изучение квазилинейных и фрактальных математических моделей только начинают проникать в высшее образование. Изучение дисциплины «Квазилинейное и фрактальное моделирование» важно для магистров направления подготовки «Прикладная математика и информатика», поскольку имеет многочисленные приложения в различных областях знаний, что положительно влияет на развитие общепрофессиональных и профессиональных компетенций магистров.

При изучении дисциплины «» формируется общепрофессиональная компетенция:

**Цель изучения дисциплины:** «Квазилинейное и фрактальное моделирование» – научить магистров создавать квазилинейные и фрактальные модели.

**Задачи дисциплины:**

- изучить основы нелинейной динамики;
- изучить основы голоморфной динамики;
- изучить теорию бифуркаций;
- установить связь между нелинейными дискретными и непрерывными динамическими системами;
- привести примеры нелинейных математических моделей в проектной и производственно-технологической деятельности;
- выработать практические навыки использования методов дискретных динамических систем при создании математических 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 мат-пакета определяется преподавателем.

Дисциплина «Квазилинейное и фрактальное моделирование» относится к Блоку 1 (обязательная часть) профессионального цикла. В отношении технологического содержания она дополняет дисциплину «Теория устойчивости», «Современные проблемы прикладной математики и информатики». В отношении класса решаемых задач она находится в одном ряду с дисциплинами «Непрерывные математические модели», «Дискретные математические модели».

**Магистры, завершившие изучение дисциплины «Квазилинейное и фрактальное моделирование» должны знать:**

- квазилинейные математические модели;
- фрактальные математические модели;
- что такое бифуркация, фрактал, странный аттрактор, бассейн притяжения, циклическая точка;

- что такое дискретная и непрерывная математическая модель, хаос, фрактал;
- элементы компьютерной графики.

- **Магистры, завершившие изучение дисциплины «Квазилинейное и фрактальное моделирование» должны уметь:**
  - разрабатывать квазилинейные математические модели;
  - разрабатывать фрактальные математические модели;
  - строить фрактальные множества и странные аттракторы;
  - исследовать хаотические отображения.

**Магистры, завершившие изучение дисциплины «Квазилинейное и фрактальное моделирование» должны владеть:**

- методами фрактального анализа;
- методом итераций;
- компьютерными технологиями, включая программирование и компьютерную математику;
- методами нелинейной динамики анализа.

**Магистры, завершившие изучение дисциплины «Квазилинейное и фрактальное моделирование» должны освоить индикаторы компетенции ОПК2) : способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач и индикаторы компетенции ОПК-2:**

**ОПК-2.1.**

**Знать: новые математические методы решения прикладных задач,**

**ОПК-2.2.**

**Уметь: решать профессиональные задачи, используя новые математические методы решения прикладных задач,**

**ОПК-2.3.**

**Иметь навыки: применения новых математических методов в области профессиональной деятельности.**

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**

### **«Дискретные математические модели»**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Освоить индикаторы ОПК-2:

**ОПК-2.1.**

**Знать: новые математические методы решения прикладных задач,**

**ОПК-2.2.**

**Уметь: решать профессиональные задачи, используя новые математические методы решения прикладных задач,**

**ОПК-2.3.**

На базе индикаторов ОПК-2 формируется ОПК-2: **способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач**

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина по «Квазилинейное и фрактально моделирование» изучается в блоке (блок 1, обязательная часть учебного плана) в третьем семестре. Для изучения дисциплины «Квазилинейное и фрактально моделирование» необходимы знания, умения и навыки, формируемые изучаемыми магистрами, изучаемыми в первом семестре дисциплинами «Современные компьютерные технологии», «Теория устойчивости», «Современные проблемы прикладной математики информатики».

Изучение дисциплины «Квазилинейное и фрактально моделирование» является основой для освоения последующей практики «Научно-исследовательская работа».

Дисциплина «Квазилинейное и фрактально моделирование» интегрирует с дисциплинами «Распределенные вычисления на кластере», «Разработка баз данных», «Теория устойчивости», «Непрерывные математические модели», «Дискретные математические модели». Данная интеграция включает в себя логическую и содержательную взаимосвязь, поскольку при ее изучении используются как математические методы, так и ИКТ.

Компетенция ОПК-2 дополнительно формируется дисциплиной «Нелинейная динамика», «Теория игр и исследование операций», практикой «Научно-исследовательская работа», защитой выпускной квалификационной работой, сдачей государственного экзамена.

### 4. Объем дисциплины

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

Виды учебной работы,	Очная форма	Очно-заочная	Заочная
Общая трудоемкость в зачетных единицах	3		
Общая трудоемкость в часах	108		
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	32		
Лекции	16		
Практические занятия	–		
Лабораторные занятия	16		
Самостоятельная работа в часах	76		
Форма промежуточной аттестации	зачет		

#### 4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная	Очно-заочная	Заочная

	форма		
Лекции	16		
Практические занятия	–		
Лабораторные занятия	16		
Консультации	–		
Зачет/зачеты			
Экзамен/экзамены			
Курсовые работы			
Курсовые проекты			
Всего	32		

## 5. Содержание дисциплины по выбору «Дискретные математические модели», структурированное по темам, с указанием количества часов и видов занятий

### 5.1. Тематический план дисциплины «Дискретные математические модели»

№ п/п	Наименование темы	Всего з.е./ час.	Аудиторные занятия			Самостоятельная
			Всего	Лекции	Лаборат.	
1	Понятие квазилинейной и фрактальной модели	<b>0,33/12</b>	2	2	–	10
2	Примеры фрактальных множеств	<b>0,47/17</b>	2	2	–	15
3	Фрактальные размерности	<b>0,58/21</b>	6	2	4	15
4	Фрактальные и квазилинейные модели в различных областях	<b>0,33/12</b>	2	2	–	10
5	Алгоритмы построения фракталов	<b>0,33/12</b>	4	2	4	8
6	Странные аттракторы	<b>0,33/12</b>	2	2	–	10
7	Фракталы на комплексной плоскости	<b>0,28/10</b>	6	2	4	4
8	Фракталы и хаос	<b>0,28/10</b>	6	2	4	4
	<b>ИТОГО:</b>	<b>108</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>76</b>

### 5.2. Содержание:

#### Программа дисциплины «Дискретные математические модели»

**ТЕМА 1. Понятие квазилинейной и фрактальной модели.** Дается определение квазилинейной и фрактальной модели.

**ТЕМА 2. Примеры фрактальных множеств.** Множество Кантора, ковры Серпинского, губка Менгера.

**ТЕМА 3. Фрактальные размерности.** Размерность самоподобия. Размерность Минковского.

**ТЕМА 4. Фрактальные и квазилинейные модели в различных областях.** Приводятся примеры фрактальные и квазилинейные модели в биологии, экономике и других областях.

**ТЕМА 5. Алгоритмы построения фракталов.** Приводятся алгоритмы построения фракталов с помощью метода итераций.

**ТЕМА 6. Странные аттракторы.** Примеры странных аттракторов.

**Тема 7. Фракталы на комплексной плоскости.** Множества Жюлиа, множества Мандельброта.

**Тема 8. Фракталы и хаос.** Исследование хаотичности отображений на фрактальных множествах.

## **6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

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

<b>№</b>	<b>Раздел (тема) дисциплины</b>	<b>Задание</b>	<b>Часы</b>	<b>Методические рекомендации по выполнению задания</b>	<b>Формы контроля</b>
1	Понятие квазилинейной и фрактальной модели	Изучение теоретического материала. Принципы дидактики	8	Используйте литературу [1], [4]	Устный опрос
2	Примеры фрактальных множеств	Изучение литературы, составление компьютерных программ. Методы дидактики	10	Используйте литературу [2], [5], [9]	Реферат
3	Фрактальные размерности	Изучение литературы, составление компьютерных программ, решение задач. Формы обучения.	10	Используйте литературу [2], [5], [9]	Индивидуальное собеседование, проверка домашних заданий, контрольная

					работа
4	Фрактальные и квазилинейные модели в различных областях	Изучение литературы, составление компьютерных программ. Типы лекций.	12	Используйте литературу [2], [5]	Индивидуальное собеседование, проверка домашних заданий
5	Алгоритмы построения фракталов	Изучение литературы, разработка индивидуального проекта. Что такое тетрадная форма обучения.	16	Используйте литературу [3], [4], [9]	Индивидуальное собеседование, тестирование экспертной системы
6	Странные аттракторы	Изучение литературы, составление компьютерных программ. Характеристика проблемной лекции.	10	Используйте литературу [3], [6]	Коллоквиум
7	Фракталы на комплексной плоскости	Анализ сайтов. Характеристика дистанционного обучения	8	Используйте литературу [4], [7], [9]	реферат
8	Фракталы и хаос	Разработка алгоритма построения множества Мандельброта. Характеристика средств обучения.	10	Используйте литературу [1], [4], [9]	Индивидуальное собеседование, проверка домашних заданий, контрольная работа

#### 6.4. Методические рекомендации для выполнения курсовых работ

## Тематика курсовых работ

1. Построение множеств Жюлиа.
2. Динамика Фуерхюльста.
3. Разработка фрактальных моделей в биологии.
4. Странный аттрактор преобразования пекаря..
5. Странный аттрактор преобразования ЭНО.

### 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. – 231 с.
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. – 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 C#, Turbo Pascal -8, математический пакет Mathad -14, офисный пакет.