

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Сценарии перехода к хаосу**

Направление подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

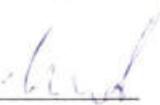
Направленность подготовки «Прикладная математика и информатика»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

**Кострома**

Рабочая программа дисциплины «Сценарии перехода к хаосу» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (уровень подготовки бакалавриат), утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 12 марта 2015 года № 228 (рег. 14 апреля 2015 г., № 36844). Год начала подготовки 2017, 2018.

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

Рецензент:  Козырев Сергей Борисович, к.ф.-м.н., доцент  
подпись

УТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий

Протокол заседания кафедры № 10 от 03.06.2017 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий

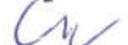
 Секованов Валерий Сергеевич, д.п.н, к.ф.-м.н., профессор КГУ

ПЕРЕУТВЕРЖДЕНО:

На заседании кафедры прикладной математики и информационных технологий

Протокол заседания кафедры № 9 от 22.05.2018 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий

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

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель дисциплины:** являются знакомство бакалавров со сценариями перехода к хаосу.

**Задачи дисциплины:**

познакомиться с понятием хаос и с системой итерированных функций;

- познакомиться с фракталами;
- повторить и углубить знания по следующим темам:

программирование, геометрия, алгоритмизация;

– выработать практические навыки использования математических методов и ИКТ для изучения математических моделей;

– выработать практические навыки поиска научных знаний с помощью литературных источников и компьютерных сетей

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

- понятие хаос;
- место и роль прикладной математики и информатики в исследовании проблем реального мира;
- сценарии перехода к хаосу;
- системы итерированных функций;
- идеи программирования;
- элементы компьютерной графики.

**уметь:**

- исследовать хаотические отображения;
- проводить компьютерные эксперименты;
- строить аттракторы хаотических отображений.

**владеть:**

– методом итераций и информационными и коммуникационными технологиями.

**освоить компетенции:**

- ПК-2 (способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат),
- ПК-3 (способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности).

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Сценарии перехода к хаосу» относится к вариативной части учебного плана в качестве дисциплины по выбору. Изучается в 8 семестре.

В отношении технологического содержания дисциплина «Элементы теории катастроф» дополняет дисциплину «Элементы нелинейной динамики».

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах: «Основы информатики», «Математический анализ», «Линейная алгебра».

#### 4. Объем дисциплины «Сценарии перехода к хаосу»

##### 4.1. Объем дисциплины в зачётных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы

Виды учебной работы	Всего
Общая трудоемкость в зачетных единицах	2
Общая трудоемкость в часах	72
Аудиторные занятия в часах	30
Лекции	10
Практические занятия	20
Самостоятельная работа в часах	78
Вид итогового контроля	Зачет в 8 семестре

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

Виды учебных занятий	Количество часов
Лекции	10
Практические занятия	20
Лабораторные занятия	–
Консультации	0,5
Зачёт/зачёты	0,25
Экзамен/экзамены	-
Курсовые работы	-
Всего	30,75

**5. Содержание дисциплины «Сценарии перехода к хаосу»,  
структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и  
видов занятий**

№ п/п	Наименование темы	Всего з.е/час	Аудиторные занятия			Самос.	
			Всего	Лекции	Практ.		Лабор.
1	Понятие хаоса	<b>0,72/26</b>	6	2	–	4	20
2	Понятие фрактал и его свойства	<b>0,39/14</b>	6	2	–	4	8
3	Примеры хаотичных отображений	<b>0,81/29</b>	5	1	–	4	24
4	Хаотичность тентообразной функции на множестве Кантора	<b>0,41/15</b>	3	1	–	2	12
5	Переход к хаосу через удвоение периода	<b>0,22/8</b>	4	2	–	2	4
6	Переход хаоса через перемежаемость	<b>0,44/16</b>	6	2	–	4	10
	<b>ИТОГО:</b>	<b>3/108</b>	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>–</b>	<b>20</b>	<b>78</b>

### 3. Содержание дисциплины

**ТЕМА 1. Понятие хаоса.** Дается определение хаоса и приводятся примеры.

**ТЕМА 2. Понятие фрактал и его свойства.** Дается определение фрактал и приводятся его свойства.

**ТЕМА 3. Примеры хаотичных отображений.** Приводятся примеры хаотичных отображений: преобразование пекаря, преобразование Эно, преобразование обратного сдвига.

**ТЕМА 4. Хаотичность тентообразной функции на множестве Кантора.** Доказывается, что на множестве Кантора тентообразная функция обладает существенной зависимостью от начальных условий, транзитивностью и всюду плотностью периодических точек.

**ТЕМА 5. Переход к хаосу через удвоение периода.** В качестве примера перехода к хаосу рассматривается логистическое отображение.

**ТЕМА 6. Переход хаоса через перемежаемость.** Переход хаоса через перемежаемость с помощью нелинейных одномерных отображений (логистическое и др.)

## 6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины «Сценарии перехода к хаосу»

### 6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	Понятие хаоса	Изучение теоретического материала	20	Используйте литературу [1], [2], [4]	Устный опрос
2	Понятие фрактал и его свойства	Изучение литературы, составление компьютерных программ	8	Используйте литературу [1], [2], [3]	Индивидуальное собеседование, проверка домашних заданий
3	Примеры хаотичных отображений	Изучение литературы, составление компьютерных программ	24	Используйте литературу [1], [2], [3]	Индивидуальное собеседование, проверка домашних заданий
4	Хаотичность тентообразной функции на множестве Кантора	Изучение литературы, проведение компьютерных экспериментов	12	Используйте литературу [1], [2], [4]	Индивидуальное собеседование, проверка домашних заданий
5	Переход к хаосу через удвоение периода	Изучение литературы, проведение компьютерных экспериментов	4	Используйте литературу [1], [2], [3]	Индивидуальное собеседование
6	Переход хаоса через перемежаемость	Изучение литературы, проведение компьютерных экспериментов	10	Используйте литературу [1], [2], [3]	Индивидуальное собеседование, проверка домашних заданий

### 6.2. Тематика и задания для лабораторных занятий

**Лабораторные занятия 1–2. Понятие хаоса.** Дается определение хаоса по Девани, включающее: существенную зависимость от начальных условий, транзитивность и всюду плотность периодических точек.

**Лабораторные занятия 3-4. Понятие фрактал и его свойства.** Дается понятие фрактал через размерность Минковского. Приводятся примеры фракталов. Порказан пример хаотичной функции на своем аттракторе (фрактале).

**Лабораторные занятия 5-6. Примеры хаотичных отображений.** Хаотичность квадратичной функции комплексной переменной на своем множестве Жюлиа. Хаотичность функции сдвига на множестве Кантора.

**Лабораторное занятие 7. Хаотичность тентообразной функции на множестве Кантора.** Строится тентообразная функция и ее итерации с помощью ИКТ, строится множество Кантора. Показано, что на множестве Кантора тентообразная функция обладает существенной зависимостью от начальных условий, транзитивна и множество периодических точек всюду плотно.

**Лабораторное занятие 8. Переход к хаосу через удвоение периода.** Рассматривается логистическая функция и устанавливаются ее точки бифуркации. Выявляются точки периода 2, 4, 8,... и выявляются признаки хаоса.

**Лабораторные занятия 9-10. Переход хаоса через перемежаемость.** Приводится пример перехода к хаосу нелинейной функции через перемеживаемость.

## **7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины «Сценарии переходка к хаосу»**

*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.).

*б) дополнительная:*

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.

## **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](http://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**

Для проведения занятий по дисциплине необходимы учебная аудитория, доска, мел (маркеры для доски), дисплейный класс. Программное обеспечение должно включать Языки программирования C#, PascalABC, математический пакет MathCad Prime 1.0.