

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
**Элементы нелинейной динамики**

Направление подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Направленность «Прикладная математика и информатика»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

**Кострома**

Рабочая программа дисциплины «Элементы нелинейной динамики» 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

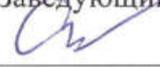
УТВЕРЖДЕНО:

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:** познакомить бакалавров с основными направлениями приложений нелинейной динамики

**Задачи дисциплины:**

- дать основы нелинейной динамики;
- установить связь между нелинейными дискретными и непрерывными динамическими системами;
- выработать практические навыки использования нелинейной динамики при создании математических моделей с помощью информационных и коммуникационных технологий (ИКТ)

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

применения нелинейной динамики в различных областях и дисциплинах;

- типы задач, которые решаются нелинейной динамикой;
- что такое аттрактор, бассейн притяжения, циклическая точка;
- что такое дискретная и непрерывная математическая модель;
- элементы компьютерной графики

**уметь:**

- решать вычислительные задачи с помощью компьютерных экспериментов;
  - итерировать функции вещественной и комплексной переменных;
  - строить графики итераций функций и диаграммы Ламерея с помощью ИКТ;
  - решать уравнения с помощью метода итераций;
- создавать математические модели различных объектов и явлений

**владеть:** математическими методами и навыками программирования в различных средах

**освоить компетенции:**

ПК-2 (способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат);

ПК-3 (способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности)

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Элементы нелинейной динамики» изучается в 7 семестре и относится к вариативной части профессионального цикла. 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 «Компьютерное моделирование», «Компьютерная графика», «Численные методы», «Метод итераций».

Для изучения дисциплины «Элементы нелинейной динамики» необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами «Основы информатики», «Математический анализ», «Линейная алгебра».

#### **4. Объем дисциплины «Элементы нелинейной динамики»**

##### **4.1. Объем дисциплины в зачётных единицах с указанием академических (астрономических) 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:	36
Лекции	18
Практические занятия	18
Лабораторные занятия	–
Самостоятельная работа в часах	72
Форма промежуточной аттестации	Зачёт

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

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	18
Практические занятия	18
Лабораторные занятия	–
Консультации	0,9
Зачет/зачеты	0,25
Экзамен/экзамены	-
Курсовые работы	-
Курсовые проекты	-
Всего	37,15

**5. Содержание дисциплины «Элементы нелинейной динамики»,  
структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и  
видов занятий**

**5.1 Тематический план учебной дисциплины**

№ п/п	Наименование темы	Всего з.е./ч	Аудиторные занятия			Самос.
			Всего	Лекции	Практ.	
1	Линейные динамические системы	0.31/11	7	4	3	4
2	Нелинейные динамические системы	0.42/15	5	2	3	10
3	Дискретные нелинейные динамические системы	0.33/12	4	2	2	8
4	Непрерывные нелинейные динамические системы	0.39/14	4	2	2	10
5	Создание математических моделей с помощью нелинейной динамики в демографии	0.56/20	4	2	2	16
6	Создание математических моделей с помощью нелинейной динамики в экономике	0.28/10	4	2	2	6
7	Создание математических моделей с помощью нелинейной динамики в физике	0.33/12	4	2	2	8
8	Создание математических моделей с помощью нелинейной динамики в биологии	0.28/10	4	2	2	6
	Зачёт	0.11/4	–	–	–	4
	<b>ИТОГО:</b>	<b>108/3</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>72</b>

**5.2. Содержание дисциплины**

**Тема 1. Линейные динамические системы.** Понятие линейной динамической системы.

**Тема 2. Нелинейные динамические системы.** Понятие нелинейной динамической системы. Примеры нелинейных динамических систем. Аттрактор.

**Тема 3. Нелинейные дискретные динамические системы.** Понятие дискретной нелинейной динамической системы. Примеры нелинейных дискретных динамических систем.

**Тема 4. Нелинейные непрерывные динамические системы.** Понятие непрерывной нелинейной динамической системы. Примеры нелинейных непрерывных динамических систем.

**Тема 5. Создание математических моделей с помощью нелинейной динамики в демографии.** Модель Мальтуса и ее усовершенствование.

**Тема 6. Создание математических моделей с помощью нелинейной динамики в экономике.** Модель роста капитала.

**Тема 7. Создание математических моделей с помощью нелинейной динамики в физике.** Модель Эдварда Лоренца.

**Тема 8. Создание математических моделей с помощью нелинейной динамики в биологии.** Модели роста популяций с помощью нелинейных дискретной и непрерывной динамической системы.

## **6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины «Элементы нелинейной динамики»**

### **6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине**

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	Линейные динамические системы	Изучение теоретического материала	4	Используйте литературу [1], [2], [4]	Устный опрос
2	Нелинейные динамические системы	Изучение литературы, составление компьютерных программ	10	Используйте литературу [1], [2], [3]	Индивидуальное собеседование, проверка домашних заданий
3	Дискретные нелинейные динамические	Изучение литературы, составление	8	Используйте литературу [1], [2], [3]	Индивидуальное собеседование, проверка домашних

	системы	компьютерных программ, решение задач			заданий, контрольная работа
4	Непрерывные нелинейные динамические системы	Изучение литературы, составление компьютерных программ	10	Используйте литературу [1], [3], [4]	Индивидуальное собеседование, проверка домашних заданий
5	Создание математических моделей с помощью нелинейной динамики в демографии	Изучение литературы, разработка индивидуального проекта	16	Используйте литературу [1], [2], [3]	Индивидуальное собеседование, тестирование экспертной системы
6	Создание математических моделей с помощью нелинейной динамики в экономике		6	Используйте литературу [1], [3]	Реферат
7	Создание математических моделей с помощью нелинейной динамики в физике		8	Используйте литературу [1], [1], [4]	Коллоквиум
8	Создание математических моделей с помощью нелинейной динамики в биологии		6	Используйте литературу [1], [2], [4]	Тесты

## 6.2. Тематика и задания для практических работ

**Лабораторные занятия 1–3.** Даются основные понятия линейной динамики. Приводятся примеры линейных динамических систем. Даются основные понятия нелинейной динамики. Приводятся примеры нелинейных динамических систем. Дается понятие орбиты точки, неподвижной точки, аттрактора.

**Лабораторное занятие 4.** Дается понятие дискретной нелинейной динамической системы. Итерационные процессы на вещественной плоскости. Тентообразная функция, преобразования Эно, пекаря, Кот Арнольда.

**Лабораторное занятие 5.** Дается понятие непрерывной нелинейной динамической системы и аттрактора. Рассматривается аттрактор Лоренца и система Спрота.

**Лабораторное занятие 6.** С помощью нелинейной динамики рассматриваются математические модели в области демографии.

**Лабораторное занятие 7.** С помощью нелинейной динамики рассматриваются математические модели в области экономики (рост капитала).

**Лабораторное занятие 8.** С помощью нелинейной динамики рассматриваются математические модели в области физики (фазовые переходы).

**Лабораторное занятие 9.** Модели роста популяций с помощью нелинейных дискретной и непрерывной динамической системы (модель Ферхюльста).

## **7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины «Элементы нелинейной динамики»**

### *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.