

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Основы синергетики**

Направление подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Направленность подготовки «Прикладная математика и информатика»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

**Кострома  
2019**

Рабочая программа дисциплины «**Основы синергетики**» 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

Исторически сложилось, что в нашей стране изучение нелинейной динамики пока не достигли такого масштаба, какой используется в западноевропейских странах. Прежде всего, мы имеем в виду применение нелинейной динамики при создании математических моделей. Однако, как показывают специальные исследования, интерес к нелинейной динамике в РФ в последние годы быстро растет.

Изучение дисциплины «Основы синергетики» (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 «Основы синергетики» 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 непрерывные и дискретные динамические системы, 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 аттракторов нелинейных отображений, исследование фракталов и хаоса в динамических системах, создание математических моделей и др.), что положительно влияет на развитие их общекультурных компетенций. Парадигма изучения дисциплины «Основы синергетики» возникла в связи с потребностью решения различных задач производственно-технологической деятельности. Она основана на идее создания математической модели объекта природы, процесса деятельности с использованием 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 (аттрактор преобразования Эно, аттрактор Лоренца, компьютерный эксперимент, компьютерная модель и др.).

**Цель изучения дисциплины:** «Основы синергетики» – изучение основ синергетики и ее приложений

**Задачи изучения дисциплины:** «Основы синергетики»:

- изучить предмет синергетики;

- изучить важнейшие приложения синергетики в различных сферах человеческой деятельности;
- познакомиться с фрактальными моделями различных явлений природы и социальной среды на базе синергетического подхода;
- изучить математические основы синергетики

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

В отношении класса решаемых задач она находится в одном ряду с дисциплинами «Основы синергетики», «Методы моделирования фрактальных множеств».

**Бакалавры, завершившие изучение дисциплины «Основы синергетики»  
должны знать:**

- определение понятия синергетика;
- математические основы синергетики;
- знать основные компоненты синергетики: хаос, бифуркация, фрактал, катастрофа, нейронные сети;
- математические модели, разработанные на базе синергетического подхода.

**Бакалавры, завершившие изучение дисциплины «Основы синергетики» должны уметь:**

- строить математические модели на базе синергетического подхода;
- исследовать аттракторы нелинейных отображений;
- исследовать хаотические явления в дискретных и непрерывных динамических системах;
- находить точки бифуркации в нелинейных системах.

**Бакалавры, завершившие изучение дисциплины «Основы синергетики» должны владеть:**

- методами фрактального анализа;
- методами теории катастроф;

– методом итераций.

**Бакалавры, завершившие изучение дисциплины «Основы синергетики» 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 «Основы синергетики»**

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

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

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

№ п/п	Наименование темы	Всего часов	Аудиторные занятия	Самос.
№ п/п	Наименование темы	Всего часов	Аудиторные занятия	Самос.

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	Очно-заочная	Заочная
Общая трудоемкость в зачетных единицах	2		
Общая трудоемкость в часах	72		
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	28		
Лекции	14		
Практические занятия	–		
Лабораторные занятия	14		
Самостоятельная работа в часах	44		
Форма промежуточной аттестации	зачет		

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

Виды учебных занятий	Очная форма	Очно-заочная	Заочная
Лекции	14		
Практические занятия	–		
Лабораторные занятий	14		
Консультации	–		
Зачет/зачеты			
Экзамен/экзамены			
Курсовые работы			
Курсовые проекты			
Всего	28		

#### 5. Содержание дисциплины «Основы синергетики», структурированное по темам, с указанием количества часов и видов занятий

##### 5.1. Тематический план дисциплины «Основы синергетики»

№ п/п	Наименование темы	Всего часов	Аудиторные занятия			Самос.
			Всего	Лекции	Лабор.	
1	Дискретные нелинейные динамические системы	<b>0,28/10</b>	4	2	2	6
2	Непрерывные нелинейные динамические системы	<b>0,28/10</b>	4	2	2	6
3	Создание математических моделей различных объектов, явлений и процессов с помощью нелинейной динамики	<b>0,28/10</b>	4	2	2	6
4	Элементы теории катастроф	<b>0,3/12</b>	4	2	2	8
5	Топологические методы исследования нелинейных систем	<b>0,22/8.</b>	2	2	2	6
6	Нанотехнологии	<b>0,28/10</b>	4	2	2	6
7.	Элементы теории хаоса	<b>0,28/10</b>	4	2	2	6
	<b>ИТОГО:</b>	<b>72</b> <b>2 з.е.</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>44</b>

## 5.2. Содержание дисциплины

**ТЕМА 1. Дискретные нелинейные динамические системы.** Понятие о дискретной динамической системе. Бифуркация. Система итерированных функций на вещественной и комплексной плоскостях.

**ТЕМА 2. Непрерывные динамические системы.** Нелинейные системы дифференциальных уравнений. Аттракторы Лоренца и Реслера.

**ТЕМА 3. Создание математических моделей различных объектов, явлений и процессов с помощью нелинейной динамики.** Создание с помощью нелинейной динамики математических моделей роста биологической популяции. Фрактальные модели турбулентных процессов, нелинейные модели объектов, явлений природы и общества.

**ТЕМА 4. Элементы теории катастроф.** Простейшие математические модели теории катастроф. Машина Зимана. Структурная устойчивость и идеи теории катастроф. Катастрофы (складка, сборка, ласточкин хвост, бабочка и др.).

**ТЕМА 5. Топологические методы исследования нелинейных систем.** Открытые множества, непрерывность, топологические инварианты. Вычислительный эксперимент, молекулярный дизайн и топологические методы.

**Тема 6. Нанотехнологии.** Моделирование реальных процессов с помощью нанотехнологий.

**Тема 7. Элементы теории хаоса.** Компоненты хаоса.

## 6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

### 6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине «Основы синергетики»

№	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Формы контроля
1	Дискретные нелинейные динамические системы	Изучение теоретического материала. Принципы дидактики	6	Используйте литературу [1], [4], [5],[9]	Устный опрос
2	Непрерывные нелинейные динамические системы	Изучение литературы, составление компьютерных программ. Методы дидактики	6	Используйте литературу [2], [5] [9],[11]	Реферат
3	Создание математических моделей различных объектов, явлений и процессов с помощью нелинейной динамики	Изучение литературы, составление компьютерных программ, решение задач. Формы обучения.	6	Используйте литературу [2], [5] [6],[8]	Индивидуальное собеседование, проверка домашних заданий, контрольная работа
4	Элементы теории катастроф	Изучение литературы, составление компьютерных программ. Типы лекций.	6	Используйте литературу [2], [5],[10]	Индивидуальное собеседование, проверка домашних заданий
5	Топологические	Изучение литературы,			Индивидуальное



	методы исследования нелинейных систем	разработка индивидуального проекта. Что такое тетрадная форма обучения.	6	Используйте литературу [3], [4], [5],[6] [7],[10]	уальное собеседование, тестирование экспертной системы
6	Нанотехнологии	Изучение литературы, составление компьютерных программ. Характеристика проблемной лекции.	6	Используйте литературу [3], [6]	Коллоквиум
7	Элементы теории хаоса	Изучение литературы, Анализ сайтов	8		Контрольная работк

## 6.2. Тематика и задания для лабораторных занятий

**Лабораторное занятие 1.** Даются основные понятия дискретных нелинейных динамических систем. Приводятся примеры нелинейных дискретных динамических систем. Строятся математические модели с помощью нелинейных дискретных динамических систем.

**Лабораторное занятие 2.** Даются определения непрерывных динамических систем. Приводятся примеры непрерывных динамических систем.

**Лабораторное занятие 3.** Создание математических моделей в физике, биологии, экономике.

**Лабораторное занятие 4.** Изучение катастроф складки и сборки.

**Лабораторное занятие 5.** Решение задач топологии.

**Лабораторное занятие 6.** Выполнение задач, связанных с нанотехнологиями.

**Лабораторное занятие 7.** Исследование хаотических отображений.

## 7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины «Основы синергетики»

### Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### а) основная литература:

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 литература:**

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

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

8. Секованов В. С., Салов А. Л., Самохов Е. А. Использование кластера при исследовании фрактальных множеств на комплексной плоскости. Актуальные проблемы преподавания информационных и естественнонаучных дисциплин: материалы V Всерос. Научн.-метод. конф., КГУ им. Н. А. Некрасова, 2011 г. С. 85 – 103.

9. Секованов В. С., Фомин Д. Е. О множествах Жюлиа рациональных функций. Актуальные проблемы преподавания информационных и естественнонаучных дисциплин. Кострома, КГУ им. Н. А. Некрасова. 2016. С. 150 – 154.

10. Секованов В. С. Брагина З. В. Белоусова Н. В. О фрактальных моделях роста капитала в экономике. Сборник трудов: «Обучение фрактальной геометрии и информатике в вузе и школе в свете идей академика А. Н. Колмогорова». Материалы международной научно-методической конференции. 2016. С. 165 – 170.

11. Емельянова С. В. Коровина С. К. Нелинейная динамика и управление : [сб. ст.]. Вып. 6 / МГУ им. М. В. Ломоносова [и др.]; под ред.: - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 340 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-9221-1089-1 : 180.00.

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

Библиотека КГУ <http://library.ksu.edu.ru/>

Информационно-образовательные ресурсы:

1. Федеральный портал «Российское образование»;
2. Официальный сайт министерства образования и науки Российской Федерации

Электронные библиотечные системы:

1. ЭБС «Лань»

## **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#, Turbo Pascal -8, ABC Pascal, математический пакет Mathcad -14.