

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
2024**

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, д.п.н, к.ф.-м.н., профессор КГУ

Рецензент: Козырев Сергей Борисович, доцент КГУ

ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:

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 Владимир Анатольевич, к.э.н., доцент КГУ

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: изучение основ синергетики и ее приложений.

Задачи дисциплины:

- 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

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

освоить компетенцию:

ОПК-3: (способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности).

Код и содержание индикаторов компетенции

ОПК-3.1. Знать: технологии разработки и анализа математических моделей в профессиональной деятельности

ОПК-3.2. Уметь: разрабатывать математические модели и проводить их анализ

ОПК-3.3. Иметь навыки: построения математических моделей в области профессиональной деятельности.

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

Знать:

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

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.

Владеть:

- методами фрактального анализа;
- методами теории катастроф;
- методом итераций.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Методы моделирования фрактальных множеств» относится к базовой части учебного плана, изучается в 5 семестре обучения.

Для изучения дисциплины «Основы синергетики» необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими 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» и «Методы моделирования фрактальных множеств».

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. Объём дисциплины «Основы синергетики»

4.1. Объём дисциплины в зачётных 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:	28
Лекции	14
Практические занятия	–
Лабораторные занятия	14
Самостоятельная работа в часах	80
Форма промежуточной аттестации	зачет

4.2. Объём контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
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 учебной дисциплины

№ п/п	Наименование темы	Всего з.е./ч	Аудиторные занятия			Сам. работа
			Лекции	Лабор.	Практ.	
1	Дискретные нелинейные динамические системы	0,28/10	2	2		10
2	Непрерывные нелинейные динамические системы	0,28/10	2	2		10
3	Создание математических моделей различных объектов, явлений и процессов с помощью нелинейной динамики	0,44/16	2	2		12
4	Элементы теории катастроф	0,44/16	2	2		12
5	Топологические методы исследования нелинейных систем.	0,44/16	2	2		12
6	Нанотехнологии	0,44/16	2	2		12
7	Элементы теории хаоса	0,44/16	2	2		12
	ИТОГО:	3/108	14	14		80

5.2. Содержание:

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 «Основы синергетики»

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине

№	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 методы исследования нелинейных систем	Изучение литературы, разработка индивидуального проекта. Что такое тетрадная форма обучения.	6	Используйте литературу [3], [4], [5],[6] [7],[10]	Индивидуальное 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 практических занятий

Не предусмотрено.

6.3. 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»

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 естественно-научных 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

Информационно-образовательные ресурсы:

1. Библиотека ГОСТов. Все ГОСТы, [Электронный ресурс], URL:<http://vsegost.com/>
2. Национальный открытый университет <http://intuit.ru/>

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

Лекционные занятия проводятся в аудиториях с требуемым числом посадочных мест, оборудованные мультимедиа.

Лабораторные работы проводятся в компьютерных классах.

Лицензионное программное обеспечение:

Windows 8 Pro лицензия 01802000875623 постоянная 1-шт.; LibreOffice 5.0, лицензия GNU LGPL; Microsoft Visual Studio 2013, лицензия; PascalABC.NET, лицензия GNU LGPL;

Свободно распространяемое программное обеспечение:

- среды программирования C#, Turbo Pascal-8,
- математический пакет Mathcad -14,
- офисный пакет.