

Минобрнауки России

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)**

УТВЕРЖДАЮ



Заведующий кафедрой
Кургалин Сергей Дмитриевич
Кафедра цифровых технологий

25.06.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.07 Математические основы синергетики

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

02.03.01 Математика и компьютерные науки

2. Профиль подготовки/специализация:

Квантовая теория информации

3. Квалификация (степень) выпускника:

Бакалавриат

4. Форма обучения:

Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Кафедра цифровых технологий

6. Составители программы:

Клинских Александр Федотович, доктор физико-математических наук, профессор

7. Рекомендована:

протокол НМС ФКН № 5 от 10.03.2021

8. Учебный год:

2024-2025

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

обучение студентов построению математических моделей случайных явлений, изучаемых естественными науками, экологией и экономикой, анализу этих моделей, развитие у студентов навыков интерпретации получаемых результатов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений, блок Б1. Для успешного освоения дисциплины требуется предварительное изучение математического анализа, теории вероятностей, математической статистики и основ программирования. В курсе обучающиеся знакомятся с основными концепциями современной общенаучной картины мира. Изучаются элементы теории линейных процессов в открытых системах (модели гармонических и линейных осцилляторов различной природы; основные понятия теории линейных волн), а также простейшие модели нелинейных процессов. Большое внимание уделяется качественному описанию синергетических процессов. Курс закладывает у студентов основы междисциплинарного мышления, формирует представление о единстве явлений в открытых

системах различной природы.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников) и индикаторами их достижения:

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
ПК-3 Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники.	ПК-3.1 Знает основные методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программных продуктов и программных комплексов, их сопровождения, администрирования и развития (эволюции)	Знает принципы построения математических моделей синергетики с использованием современных информационных технологий и программирования.
ПК-4 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования.	ПК-4.1 Знает современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	Знает методы анализа математических моделей синергетики с использованием прикладных программ моделирования.
ПК-4 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования.	ПК-4.2 Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	Умеет проводить анализ математических моделей синергетики с использованием прикладных программ моделирования.

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
ПК-4 Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования.	ПК-4.3 Имеет практический опыт разработки и реализации алгоритмов на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	Владеет навыками разработки и реализации моделей синергетики с использованием прикладных программ моделирования.
ПК-3 Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники.	ПК-3.2 Умеет использовать методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта	Умеет строить математические модели синергетики с использованием современных информационных технологий и программирования.
ПК-3 Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники.	ПК-3.3 Имеет практический опыт применения указанных выше методов и технологий	Владеет навыками применения современных информационных технологий и программирования для построения моделей синергетики.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:

2/72

Форма промежуточной аттестации:

Зачет с оценкой

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Семестр 8	Всего
Аудиторные занятия	24	24
Лекционные занятия	12	12
Практические занятия		0
Лабораторные занятия	12	12

Вид учебной работы	Семестр 8	Всего
Самостоятельная работа	48	48
Курсовая работа		0
Промежуточная аттестация	0	0
Часы на контроль		0
Всего	72	72

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1	Введение. Понятие синергетики	Смысл понятия. История возникновения самостоятельного научного направления. Трудности признания синергетики. Дифференциация науки и синергетики. Основание теории (теория колебаний и волн, теория автоволн, теория бифуркаций и катастроф, теория динамического хаоса, термодинамика открытых систем и т.д.), каркас (математика), инструменты (вычислительная техника, эксперименты, обобщения).	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13803
2	Моделирование – универсальный инструмент синергетики	Понятие модели и моделирования. Типы моделей, их происхождение. Особая роль математических моделей. Одинаковые модели явлений и процессов – общее в системах различной природы.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13803

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
3	Математические понятия.	<p>Характерные масштабы и масштабы наблюдения (масштабы процессов в физических и социальных системах. Численные значения характеризующих систему величин. Переменные и параметры. Функция; табличное, графическое и аналитическое представление. Динамический и статистический подходы к описанию объектов и явлений (детерминизм, случайность, непредсказуемость).</p>	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13803
4	Динамическая система	<p>Фазовая плоскость, фазовое пространство, изображающая точка, фазовая траектория. Динамические системы с дискретным временем: отображения, диаграмма Ламерея. Динамические системы с непрерывным временем: производная и скорость, обыкновенные дифференциальные уравнения, уравнения в частных производных. Динамические системы со сосредоточенными и распределенными параметрами. Линейность и нелинейность. Линейность и нелинейность функций и уравнений. Принцип суперпозиции. Линия, поверхность, фрактал. Примеры фракталов.</p>	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13803

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
5	Колебания	<p>Основные определения и понятия. Колебания маятника. Модель гармонического осциллятора и модель линейного осциллятора с затуханием. Основные характеристики колебаний (частота, период, амплитуда, фаза). Фазовая плоскость, фазовая траектория, аттракторы, репеллеры, фазовый портрет. Колебания в экономике и истории. Колебания климата на Земле. Колебания в геологических, биологических и химических системах. Явление резонанса. Автоколебания: основные понятия, примеры автоколебательных систем различной природы. Хаотические колебания, динамический хаос.</p>	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13803
6	Волновые процессы	<p>Различные определения понятия «волна». Основные характеристики волн (частота, амплитуда, длина волны, волновое число, фазовая и групповая скорость). Волны на воде. Спектр океанических волн. Дисперсия. Солитоны. Ударные волны. Автоволны. Волновые процессы в геологии. Волны в социальных системах (волны эпидемий).</p>	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13803

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
7	Бифуркации	Основные определения. Состояния равновесия. Устойчивость и неустойчивость. Мультистабильность. Влияние на динамическую систему малых изменений управляющих параметров. Влияние малых флуктуаций в окрестности точки бифуркации.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13803
8	Фракталы в науках о Земле	Линия, поверхность, фрактал. Примеры фракталов. Основные понятия теории фракталов. Фрактальная размерность. Фрактальные объекты в геологических объектах. Фрактальная размерность трещин усыхания. Фрактальная размерность овражно-балочных сетей. Бассейны рек с точки зрения теории фракталов.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13803
9	Клеточные автоматы и процессы образования структур	Игра «жизнь» как простейшая модель для описания процессов структурообразования. Основные правила игры «Жизнь». Некоторые основные конфигурации игры «Жизнь». Искусственная жизнь (Artificial Life). Структуры в молекулярных наносистемах	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=13803

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение. Понятие синергетика	1		0	4	5
2	Моделирование – универсальный инструмент синергетики	1		0	4	5
3	Математические понятия.	1		0	4	5
4	Динамическая система	1		2	6	9
5	Колебания	2		4	6	12
6	Волновые процессы	2		2	6	10
7	Бифуркации	2		2	6	10
8	Фракталы в науках о Земле	1		1	6	8
9	Клеточные автоматы и процессы образования структур	1		1	6	8
		12	0	12	48	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины складывается из аудиторной работы (учебной деятельности, выполняемой под руководством преподавателя) и внеаудиторной работы (учебной деятельности, реализуемой обучающимся самостоятельно).

Аудиторная работа состоит из работы на лекциях и выполнения практических (или лабораторных) заданий в объёме, предусмотренном учебным планом. Лекция представляет собой последовательное и систематическое изложение учебного материала, направленное на знакомство обучающихся с основными понятиями и теоретическими положениями изучаемой дисциплины. Лекционные занятия формируют базу для практических (или лабораторных) занятий, на которых полученные теоретические знания применяются для решения конкретных практических задач. Обучающимся для успешного освоения дисциплины рекомендуется вести конспект лекций и практических (лабораторных) занятий.

Самостоятельная работа предполагает углублённое изучение отдельных разделов дисциплины с

использованием литературы, рекомендованной преподавателем, а также конспектов лекций, презентационным материалом (при наличии) и конспектов практических (лабораторных) занятий. В качестве плана для самостоятельной работы может быть использован раздел 13.1 настоящей рабочей программы, в котором зафиксированы разделы дисциплины и их содержание. В разделе 13.2 рабочей программы определяется количество часов, отводимое на самостоятельную работу по каждому разделу дисциплины. Большее количество часов на самостоятельную работу отводится на наиболее трудные разделы дисциплины. Для самостоятельного изучения отдельных разделов дисциплины используется перечень литературы и других ресурсов, перечисленных в пунктах 15 и 16 настоящей рабочей программы.

Успешность освоения дисциплины определяется систематичностью и глубиной аудиторной и внеаудиторной работы обучающегося.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к online занятиям, ответственно подходить к заданиям для самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Источник
1	Трусов, П.В. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Под ред. П.В. Трусова - М. : Логос, 2017. — Москва : Логос, 2017 .— 440 с. — Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Под ред. П.В. Трусова — М. : Логос, 2017. — ISBN 5-98704-637-1 .— <URL:http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987046371.html>.
2	Александров, А. Ю. Математическое моделирование и исследование устойчивости биологических сообществ [Электронный ресурс] / Александров А. Ю., Платонов А. В., Старков В. Н., Степенко Н. А. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017 .— 272 с. — Рекомендовано УМО вузов РФ по образованию в области прикладных математики и физики в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению «Прикладные математика и физика», а также по другим математическим и естественнонаучным направлениям и специальностям и смежным направлениям и специальностям в области техники и технологий .— Книга из коллекции Лань - Математика .— ISBN 978-5-8114-2022-3 .— <URL:https://e.lanbook.com/book/91912>.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Шапиро, С. В. Основы синергетики : учебное пособие / С.В. Шапиро ; Министерство образования и науки РФ ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уфимский государственный университет экономики и сервиса» .— Уфа : Уфимский государственный университет экономики и сервиса, 2012 .— 228 с. : схем., ил. — Библиогр. в кн .— http://biblioclub.ru/ .— ISBN 978-5-88469-573-3 .— <URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=272504>.

№ п/п	Источник
2	Колесников, А.А. Синергетика и проблемы теории управления [Электронный ресурс] / Под ред. А.А. Колесникова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. — Москва : Физматлит, 2004 .— 504 с. — Синергетика и проблемы теории управления [Электронный ресурс] / Под ред. А.А. Колесникова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. — ISBN 21-0336-9 .— <URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922103369.html >.
3	Секованов, В. С. Фрактальная геометрия. Преподавание, задачи, алгоритмы, синергетика, эстетика, приложения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Секованов В. С. — 1-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2019 .— 180 с. — Книга из коллекции Лань - Математика .— ISBN 978-5-8114-3264-6 .— <URL: https://e.lanbook.com/book/113906 >.
4	Пелюхова, Е. Б. Синергетика в физических процессах: самоорганизация физических систем [Электронный ресурс] / Пелюхова Е. Б., Фрадкин Э. Е. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2011 .— 320 с. — Книга из коллекции Лань - Физика .— ISBN 978-5-8114-1138-2 .— <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=649 >.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1	ЗНБ ВГУ: https://lib.vsu.ru/
2	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online": http://biblioclub.ru/
3	Электронно-библиотечная система "Лань": https://e.lanbook.com/
4	Электронно-библиотечная система "Консультант студента": http://www.studmedlib.ru
5	Электронный университет ВГУ: https://edu.vsu.ru/

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Трусов, П.В. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Под ред. П.В. Трусова - М. : Логос, 2017. — Москва : Логос, 2017 .— 440 с. — Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Под ред. П.В. Трусова — М. : Логос, 2017. — ISBN 5-98704-637-1 .— <URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987046371.html >.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины могут использоваться технологии электронного обучения и

дистанционные образовательные технологии на базе портала edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 477

Учебная аудитория: специализированная мебель, ноутбук HP Pavilion Dv9000-er, мультимедийный проектор, экран

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Maxima, Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 479

Учебная аудитория: специализированная мебель, компьютер преподавателя i5-8400-2,8ГГц, монитор с ЖК 19», мультимедийный проектор, экран

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Maxima, Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 505п

Учебная аудитория: специализированная мебель, компьютер преподавателя i5-3220-3.3ГГц, монитор с ЖК 17", мультимедийный проектор, экран

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Maxima, Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 292

Учебная аудитория: специализированная мебель, компьютер преподавателя Pentium-G3420-3,2ГГц, монитор с ЖК 17", мультимедийный проектор, экран. Система для видеоконференций Logitech ConferenceCam

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Maxima, Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 297

Учебная аудитория: специализированная мебель, компьютер преподавателя i3-3240-3,4ГГц, монитор с ЖК 17", мультимедийный проектор, экран

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Maxima, Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 380

Учебная аудитория: специализированная мебель, компьютер преподавателя i3-3240-3,4ГГц, монитор с ЖК 17", мультимедийный проектор, экран

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Maxima, Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 290

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i7-7800x-4ГГц, мониторы ЖК 27» (12 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Maxima, Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 291

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-3220-3,3ГГц, мониторы ЖК 19» (16 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Maxima, Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 293

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-8100-3,6ГГц, мониторы ЖК 22» (17 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Maxima, Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 295

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-9100-3,6ГГц, мониторы ЖК 24» (14 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Maxima, Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 382

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i5-9600KF-3,7ГГц, мониторы ЖК 24» (16 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Maxima, Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 383

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i7-9700F-3ГГц, мониторы ЖК 27» (16 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Maxima, Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 384

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-2120-3,3ГГц, мониторы ЖК 22» (16 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Maxima, Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 385

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-2120-3,3ГГц, мониторы ЖК 19» (16 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7,

Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Maxima, Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 301п

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-2120-3,3ГГц, мониторы ЖК 17» (15 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Maxima, Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 303п

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-8100-3,9ГГц, мониторы ЖК 24» (13 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Maxima, Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 314п

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-7100-3,6ГГц, мониторы ЖК 19» (16 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Maxima, Foxit PDF Reader

394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, ауд. 316п

Компьютерный класс: специализированная мебель, персональные компьютеры на базе i3-9100-3,6ГГц, мониторы ЖК 19» (30 шт.), мультимедийный проектор, экран.

ПО: ОС Windows v.7, 8, 10, Набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Дистрибутив Anaconda/Python, MATLAB "Total Academic Headcount – 25", Maxima, Foxit PDF Reader

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации
1	Разделы 1-9	ПК-3	ПК-3.1	Лабораторные работы
2	Разделы 1-9	ПК-4	ПК-4.1	Лабораторные работы
3	Разделы 1-9	ПК-4	ПК-4.2	Лабораторные работы
4	Разделы 1-9	ПК-4	ПК-4.3	Лабораторные работы
5	Разделы 1-9	ПК-3	ПК-3.2	Лабораторные работы
6	Разделы 1-9	ПК-3	ПК-3.3	Лабораторные работы

Промежуточная аттестация

Форма контроля - Зачет с оценкой

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Перечень вопросов для письменного опроса

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

- лабораторные работы

Перечень лабораторных работ

1. Линейные математические модели.
2. Линейный осциллятор.
3. Нелинейный осциллятор.
4. Математические модели бифуркаций.
5. Модели автоколебаний.
6. Модели предельных циклов.
7. Моделирование волновых процессов.

Моделирование фрактальных объектов.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

- письменный опрос

Перечень вопросов для письменного опроса

1. Понятие «синергетика». Смысл понятия. История возникновения самостоятельного научного направления. Дифференциация науки и синергетика. Основания теории (теория колебаний и волн, теория бифуркаций и катастроф, теория динамического хаоса).
2. Моделирование – универсальный инструмент синергетики. Понятие модели и моделирования. Познавательная роль моделей. Типы моделей их происхождение. Особая роль математических моделей. Одинаковые модели явлений и процессов – общее в системах различной природы.
3. Математические понятия. Характерные масштабы и масштабы наблюдения (масштабы процессов в физических и социальных системах). Численные значения характеризующих систему величин. Переменные и параметры. Динамический и статистический подходы к описанию объектов и явлений.
4. Динамическая система. Фазовая плоскость, фазовое пространство, изображающая точка, фазовая траектория. Динамические системы с непрерывным временем: производная и скорость, обыкновенные дифференциальные уравнения, уравнения в частных производных. Линейность и нелинейность. Принцип суперпозиции.
5. Колебания. Основные определения и понятия. Колебания маятника. Модель гармонического осциллятора и модель линейного осциллятора с затуханием. Основные характеристики колебаний (частота, период, амплитуда, фаза). Фазовая плоскость, фазовая траектория, аттракторы, фазовый портрет. Колебания в экономике и истории. Колебания климата на Земле. Колебания в геологических, биологических и химических системах. Явление резонанса. Автоколебания: основные понятия, примеры автоколебательных систем различной

природы.

6. Волновые процессы. Различные определения понятия «волна». Основные характеристики волн (частота, амплитуда, длина волны, волновое число, фазовая и групповая скорость). Волны на воде.
7. Бифуркации. Основные определения. Состояния равновесия. Устойчивость и неустойчивость. Влияние на динамическую систему малых изменений управляющих параметров. Влияние малых флуктуаций в окрестности точки бифуркации.
8. Фракталы. Линия, поверхность, фрактал. Примеры фракталов. Основные понятия теории фракталов. Фрактальная размерность.
9. Клеточные автоматы и процессы образования структур. Игра «жизнь» как простейшая модель для описания процессов структурообразования. Основные правила игры «Жизнь». Некоторые основные конфигурации игры «Жизнь». Структуры в молекулярных наносистемах.

Для оценивания результатов обучения на зачёте с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Обучающийся демонстрирует высокий уровень владения материалом, ориентируется в предметной области, верно отвечает на все дополнительные вопросы.	Повышенный уровень	Отлично
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному или двум из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Допускаются ошибки при воспроизведении части теоретических положений.	Базовый уровень	Хорошо
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трём из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Сформированные знания основных понятий, определений и теорем, изучаемых в курсе, не всегда полное их понимание с затруднениями при воспроизведении.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым четырём из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные знания (либо их отсутствие) основных понятий, определений и теорем, используемых в курсе.	–	Неудовлетворительно