

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Радиоэлектроника и телекоммуникации»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«М.1.2.7 "Математическое моделирование нелинейных систем"»

направления подготовки

«11.04.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи"»
Профиль 2: "Радиофизические и оптические системы связи"

форма обучения – заочная
курс – 2
семестр – 3
зачетных единиц – 6
часов в неделю –
всего часов – 216,
в том числе:
лекции – 6
коллоквиумы – 0
практические занятия – 20
лабораторные занятия – 0
самостоятельная работа – 190
зачет – нет
экзамен – да
РГР – нет
курсовая работа – нет
курсовой проект – нет

1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины: Цель преподавания дисциплины: обучение магистрантов основам математического моделирования нелинейных систем, использования компьютерных технологий моделирования и оптимизации для решения прикладных задач в области телекоммуникационных систем.

Задачи изучения дисциплины:

- Изучение аналитических и асимптотических методов исследования динамики нелинейных систем.
- Изучение численного моделирование динамических систем различной природы.
- Изучение способов выбора значений управляющих параметров для оптимального функционирования системы.
- выработка навыков использования прикладных программ, которые позволяют решать различные научные задачи и оформления полученных результаты
- также формирование научного мировоззрения и развитие системного мышления, направленное на формирование у студентов четкого представления о роли информационных технологий в современном мире и современной науке.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Нелинейная динамика в информационных технологиях» в учебном плане связана с параллельно-изучаемыми дисциплинами «Методы линейной и нелинейной математической физики», «Оптоэлектроника», а также с последующими дисциплинами «Методы нелинейной динамики в радиоэлектронике и телекоммуникациях» и «Численные методы теории устойчивости и бифуркаций». Требования к начальной подготовке студентов соответствуют требованиям, предъявляемым к выпускникам бакалавриата ВУЗов в области математики и информатики, а также студенты должны иметь практические навыки работы на персональном компьютере в системе Windows.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

способностью реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации (ОПК-4);

готовностью учитывать при проведении исследований, проектировании, организации технологических процессов и эксплуатации

инфокоммуникационных систем, сетей и устройств мировой опыт в вопросах технического регулирования, метрологического обеспечения и безопасности жизнедеятельности (ОПК-5);

готовностью использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС (ПК-8).

Студент должен знать: основы компьютерного моделирования; математические методы исследования динамических систем; методы статистического моделирования; методы математического планирования экспериментов и построения моделей; основы автоматизированных систем обучения.

Студент должен уметь: использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения для моделирования алгоритмов на ЭВМ; работать с различными научно-информационными базами данных.

Студент должен владеть: основными методами работы на компьютере с использованием универсальных прикладных программ; основами поиска научной информации в различных базах данных.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо-ду-ля	№ Не-де-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7		8	9
1 семестр									
1	1-2	1	Основные понятия нелинейной динамики.	14	2			2	10
		2	Аналитические, асимптотические и численные методы исследования нелинейных систем	100	2			8	90
		3	Использование математических методов при моделировании.	102	2			10	90
Всего				216	6			20	190

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1 семестр				
1	2	1	Введение. Понятие динамической системы, фазового пространства. Классификация динамических систем.	1-3, 8
2	2	2	Разностные отображения в нелинейной динамике. Многомерные отображения. Аналитические методы исследования динамических систем. Асимптотические методы решения задач нелинейной динамики. Элементы качественной теории обыкновенных дифференциальных уравнений.	
3	2	3	Метод карт динамических режимов. Стробоскопическое сечение и сечение Пуанкаре. Метод карт показателей Ляпунова. Устойчивость по Ляпунову. Алгоритм Беннетина. Ортогонализация по Грамму-Шмидту. Численный бифуркационный анализ в пакете XPP AUTO. Вероятностные подходы к исследованию динамики нелинейных систем	

6. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2		Анализ устойчивости состояний равновесия отображений.	
2	8		Моделирование и исследование динамики системы с помощью построения векторных полей, бассейнов притяжения, однопараметрических бифуркационных диаграмм	
3	14		Разработка лабораторного макета генератора хаотического сигнала в среде Simulink	

7. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Вопросы для самостоятельного изучения	Учебно-методическое обеспечение
1	10	Численные методы, компьютерное моделирование. Погрешность при численном моделировании	1-3
2	18	Компьютерное моделирование в MatLab. Simulink. Реализация радиотехнического генератора в Simulink.	5, 6, 11-15
2	18	Исследование структуры основного языка синхронизации на плоскости управляющих параметров для системы двух взаимодействующих нелинейных генераторов	
2	18	Освоение пакета XPP AUTO	4, 9-10
2	18	Визуализация результатов. Компьютерная графика.	4-7, 9-15
2	18	Векторная графика. Форматы EPS, PS, PDF	4-7
3	22	Исследование характерных динамических режимов и областей их существования на плоскости управляющих параметров системы с запаздывающей обратной связью	
3	20	Работа в научно-поисковых базах данных.	7
3	24	Кодирование информации при передаче изображений.	17-20
3	24	Спектры Фурье различных сигналов	1

8. Расчетно-графическая работа

Не предусмотрена учебным планом

9. Курсовая работа

Не предусмотрена рабочим планом

10. Курсовой проект

Не предусмотрена учебным планом.

11. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование нелинейных систем» позволяет оценить знания, умения и уровень приобретённых компетенций.

Фонд оценочных средств по дисциплине включает в себя:

- Контрольные вопросы;

- Задания для проведения занятий в интерактивной форме.

Оценка качества освоения программы дисциплины «Математические моделирование нелинейных систем» включает текущий контроль успеваемости, промежуточную и итоговую аттестацию.

Контрольные вопросы по дисциплине:

1. Что такое динамическая система?
2. Что такое фазовое пространство?
3. Что такое изображающая точка?
4. Запишите уравнение нелинейного осциллятора.
5. Запишите уравнение ван дер Поля.
6. Что такое автоколебания?
7. Как классифицируются колебания?
8. Чему равен период хаотических колебаний?
9. Что такое потенциальная яма?
10. Как с помощью потенциальной функции аналитически посчитать период колебаний?
11. Приведите примеры механических колебательных систем.
12. Приведите примеры электрических колебательных систем.
13. Приведите примеры оптических колебательных систем.
14. Классифицируйте состояния равновесия для двумерной потоковой динамической системы.
15. Классифицируйте состояния равновесия для трехмерной динамической системы.
16. Что такое линеаризация?
17. Как найти матрицу Якоби?
18. Численные методы решения дифференциальных уравнений.
19. Что такое автоколебания?
20. Классификация динамических систем на диссипативные и консервативные.
21. Что такое фазовый портрет и аттрактора?
22. Бифуркация Андронова-Хопфа для потоковых систем.
23. Бифуркация седло-узел для потоковых систем.
24. Бифуркация удвоения периода для потоковых систем.
25. Бифуркация Неймарка-Сакера для потоковых систем.
26. Классификация аттракторов.
27. Примеры динамических систем с хаотической динамикой.
28. Осциллятор ван дер Поля, характерные режимы.
29. Что такое синхронизация?
30. Синхронизация внешним воздействием.
31. Взаимная синхронизация связанных систем.
32. Фазовая синхронизация.
33. Метод медленно меняющихся амплитуд.
34. Сечение Пуанкаре и отображение последования.
35. Устойчивость по Ляпунову.

36. Устойчивость по Пуассону.
37. Устойчивость по Лагранжу.
38. Что такое показатели Ляпунова?
39. Классификация хаотических аттракторов: хаос, гиперхаос.
40. Что такое гиперболический хаос?
41. Устойчивое и неустойчивое многообразие неподвижной точки и их пересечение.
42. Гомоклинические траектории.
43. Теорема Шильникова о петле сепаратрисы седлофокуса
44. Системы скрытой передачи информации на базе хаотической синхронизации.
45. Хаотическая маскировка.
46. Переключение хаотических режимов.
47. Нелинейное подмешивание.
48. Генератор с запаздывающей обратной связью.
49. Цифровая система скрытой передачи информации на основе системы с запаздыванием.
50. Системы скрытой передачи информации на хаотическом генераторе с запаздыванием с переключаемым временем задержки.
51. Прецизионные генераторы хаоса с 1,5 степенями свободы.
52. Прецизионные генераторы хаоса с 2,5 степенями свободы.
53. Прецизионные генераторы хаоса с 3,5 степенями свободы.
54. Система радиоосвещения на базе прецизионных генераторов хаоса.
55. Криптографические системы на базе динамических систем с хаотическими аттракторами.

12. Образовательные технологии

Чтение лекций осуществляется с использованием компьютерных презентаций. Компьютеризация упражнений и расчетов по всем темам дисциплины осуществляется в учебном компьютерном классе.

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Нелинейная динамика в информационных технологиях» используются следующие образовательные технологии:

Образовательные технологии	Лекция	Практические занятия	СРС
Информационно-развивающие технологии	+	+	+
Практико-ориентированные технологии		+	+
Развивающие	+	+	+

проблемно-ориентированные технологии			
Личностно-ориентированные технологии		+	

Интерактивные формы обучения

№ пп.	Модуль	Применение технологии интерактивного обучения	Количество часов
2	2	Практические занятия. Работа в команде. СРС. Дискуссия. Обучение на основе опыта.	20

13. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Кузнецов А.П., Кузнецов С.П., Н.М. Рыскин. Нелинейные колебания. Москва: Физматлит. 2006.
2. Кузнецов С.П. Динамический хаос. Москва: Физматлит. 2006.
3. Дмитриев А.С., Панас А.И. Динамический хаос: новые носители информации для систем связи. М.: Физматлит, 2002.
4. Дмитриев А.С., Ефремова Е.В., Максимов Н.А., Панас А.И. Генерация хаос. Москва: Техносфера. 2012.
5. Короновский А.А., Москаленко О.И., Храмов А.Е.//УФН. 2009. Т. 179. В. 12. С. 1281—1310.
6. Караваев А.С., Пономаренко В.И., Селезнев Е.П., Глуховская Е.Е., Прохоров М.Д. // Письма в ЖТФ. 2011. Т.37. № 14. С. 24-31.
7. Karavaev A.S., Kulminskiy D.D., Ponomarenko V.I. and Prokhorov M.D. // Int. J. Bif. and Chaos. 2015. V. 25. No. 10. PP.1550134.
8. Кульминский Д.Д., Пономаренко В.И., Караваев А.С., Прохоров М.Д. // ЖТФ. 2016. Т. 86. В. 5, СС. 1-8.

9. Ermentrout, B. Simulating, Analyzing, and Animating Dynamical systems. A Guide to XPPAUT for Researchers and Students / B. Ermentrout.- Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2002.- 305 p.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

10. О.В. Isaeva, А.Ю. Jalnine, S.P. Kuznetsov. Chaotic Communication with Robust Hyperbolic Transmitter and Receiver. 2017. Preprint nlin. arXiv: 1708.02871.
11. Кузнецов С.П., Селезнев Е.П. // ЖЭТФ. 2006. Т.129. №2. С.400-412.
12. Кузнецов С.П., Пономаренко В.И., Селезнев Е.П. // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 2013. Т. 21, № 5. С. 17-30.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

13. <http://www.cyberforum.ru/mathcad/>
14. <http://www.exponenta.ru/soft/Mathcad/Mathcad.asp>
15. <http://matlab.ru/>
16. <http://www.cyberforum.ru/matlab/>
17. <http://matlab.exponenta.ru/>
18. <http://www.chemometrics.ru/materials/textbooks/matlab.htm>
19. <http://www.mathworks.com/>

ИСТОЧНИКИ ИОС

20. Лекции папка 1.1.

БАЗЫ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫЕ И ПОИСКОВЫЕ СИСТЕМЫ

21. <http://elibrary.ru/>
22. <http://arxiv.org>
23. <http://www.isiknowledge.com>
24. <http://www.scopus.com>

14. Материально-техническое обеспечение

Лекционная аудитория с персональным компьютером и проектором.
Лабораторная аудитория с персональными компьютерами, на которых
установлены Microsoft Office 2007, MatLab (SimuLink), MathCAD, C++ и есть
доступ к сети Internet и различным научным БД.