

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебно-методической работе
Елина Е.Г.
_____ 2016 г.

проф. Д.Ф.И.



Рабочая программа дисциплины

Компьютерная обработка экспериментальных данных

Направление подготовки
03.03.03 «Радиофизика»

Профиль подготовки
«Информационные технологии в системах радиосвязи»

(2013 год приема)

Квалификация (степень) выпускника:
Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов
2016

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются:

1. Изучение методов анализа характеристик хаотических режимов колебаний и методов математического моделирования по экспериментальным данным;
2. Приобретение опыта анализа хаотической динамики автоколебательных систем в процессе практических занятий, предусмотренных программой данного курса;
3. Формирование системы компетенций, направленных на овладение базовыми знаниями в области математики и естественных наук, а также владение компьютером и современными информационными технологиями.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина по выбору входит в вариативную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика», профиль «Информационные технологии в системах радиосвязи». Индекс дисциплины - Б1.В.ДВ.11.2. Дисциплина изучается в 8 семестре.

Входные знания, умения и компетенции, необходимые для изучения данного курса, формируются в процессе освоения ряда дисциплин бакалавриата, таких как дисциплины модулей «Математика», «Общая физика», «Физика колебательных и волновых процессов» и «Информатика», а также дисциплина «Методы численного анализа экспериментальных данных», изучаемых в 1 – 7 семестрах.

Данная дисциплина интегрирована в систему дисциплин, разработанных на кафедре радиофизики и нелинейной динамики, имеющих целью обучение студентов современным методам теоретического и численного исследования сложных нелинейных процессов и систем. Освоение данной дисциплины необходимо для успешного прохождения преддипломной практики, а также для написания выпускной квалификационной работы. Данная дисциплина также является необходимой для студентов, планирующих продолжение обучения в магистратуре по направлению «Радиофизика» на кафедре радиофизики и нелинейной динамики СГУ.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Дисциплина «Компьютерная обработка экспериментальных данных» способствует приобретению следующих компетенций:

- способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности (ОПК-1);
- владение компьютером на уровне опытного пользователя, применение информационных технологий (ПК-3).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- методы анализа геометрических характеристик хаотических аттракторов;
- методы анализа динамических характеристик хаотических аттракторов;
- метод глобальной реконструкции динамических систем.

Уметь:

- осуществлять выбор метода и настройку параметров при анализе хаотических режимов колебаний по экспериментальным данным;
- проводить анализ геометрических искажений при реконструкции аттрактора.

Владеть:

- методом расчета степени предсказуемости хаотических режимов колебаний;
- методом расчета корреляционной размерности;
- методами реконструкции хаотических аттракторов по экспериментальным данным.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа), включая лекции (13 часов), практические занятия (26 часов) и самостоятельную работу (33 часа).

№ п/п	Раздел дисциплины	Се-местр	Неде-ля се-мест-ра	Виды учебной работы, вклю-чая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего кон-троля успеваемости (по неделям) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лек-ции	Прак-тиче-ские заня-тия	Лабо-ратор-ные заня-тия	Са-мост. раб.	
	Введение	8	1	1	-	-	1	Опрос, проверка кон-спектов.
1	Количественный анализ геометрических характери-стик хаотических аттракто-ров	8	2-5	4	8	-	10	Опрос, проверка кон-спектов, проверка отчет-ов по практическим работам.
2	Количественный анализ ди-намических характеристик хаотических аттракторов	8	6-9	4	8	-	10	Опрос, проверка кон-спектов, проверка отчет-ов по практическим работам.
3	Математическое моделиро-вание по эксперименталь-ным данным	8	10-13	4	10	-	12	Опрос, проверка кон-спектов, проведение ин-терактивных занятий.
	Итого: 72			13	26		33	Зачет

Содержание учебной дисциплины

Введение. Методы компьютерной обработки экспериментальных данных при ана-лизе хаотической динамики нелинейных систем. Анализ динамики систем в фазовом про-странстве на основе реконструкции.

Тема 1. Количественный анализ геометрических характеристик хаотических аттракторов

Масштабная инвариантность и степенные законы. Размерность Хаусдорфа. Ем-костная размерность. Информационная размерность. Корреляционная размерность. Огра-

ничения методов расчета размерности аттрактора. Способы повышения точности проводимых оценок размерностей. Сходимость методов расчета размерностей.

Расчет фрактальных размерностей по временному ряду. Реконструкция на основе теоремы Такенса. Влияние параметров реконструкции на геометрические искажения реконструированного аттрактора. Расчет корреляционной размерности при наличии флуктуаций. Ограничения метода для стохастической динамики нелинейных систем.

Практикум: Геометрические искажения при реконструкции аттрактора.

Тема 2. Количественный анализ динамических характеристик хаотических аттракторов

Характеристики предсказуемости хаотических режимов колебаний. Понятие горизонта предсказуемости и времени предсказуемости. Приближенные оценки времени предсказуемости. Методы исследования степени предсказуемости хаотических колебаний на основе реконструкции динамических систем. Нормированная ошибка предсказания, метод ее вычисления в фазовом пространстве путем анализа динамики соседних траекторий.

Расчет старшего показателя Ляпунова в целях количественного описания степени предсказуемости («время Ляпунова»). Локальные показатели Ляпунова. Показатели Ляпунова, зависящие от масштаба. Особенности расчета показателей Ляпунова для гиперхаотических колебаний. Расчет показателей Ляпунова по зашумленным хаотическим сигналам.

Практикум: Анализ степени предсказуемости хаотических режимов колебаний.

Тема 3. Математическое моделирование по экспериментальным данным

Методы построения математического описания колебательных систем по экспериментальным данным. Представление о глобальной реконструкции. Возможности определения параметров колебательных систем при наличии общей структуры математической модели. Определение параметров моделей в виде дискретных отображений. Определение параметров моделей в виде систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Проблема реконструкции математического описания в отсутствие сведений о структуре модели. Методы восстановления фазового портрета, применяемые при решении задачи глобальной реконструкции. Метод численного дифференцирования координат. Полиномиальная аппроксимация уравнений математической модели по экспериментальным данным. Критерии качества реконструкции математического описания анализируемой системы по временному ряду.

Практикум: Сравнительный анализ методов реконструкции аттрактора по экспериментальным данным.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Программа дисциплины предусматривает чередование образовательного материала, ставящего проблему, с активной и интерактивной формами занятий посредством выполнения системы заданий по анализу лекционного материала. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 50% от общего числа аудиторных занятий по данному курсу. Занятия лекционного типа составляют 33%.

Общая образовательная схема дисциплины строится по традиционной технологии обучения: сначала учебный материал сжато преподносится студентам лекционным мето-

дом, а затем прорабатывается, усваивается и применяется на практических занятиях в компьютерном классе; результаты усвоения проверяются в форме зачета.

Освоение материала происходит в рамках технологии проблемного обучения, поскольку проведение практических занятий с применением компьютерного моделирования имеет широкие возможности для создания проблемных ситуаций посредством активизирующих действий преподавателя, который формулирует задания и ставит конкретные вопросы, направленные на обобщение, обоснование, конкретизацию, логику рассуждения; побуждает делать сравнения (например, при анализе результатов численного счета различными методами и сравнении результатов численного моделирования с теоретическими данными) и выводы, сопоставлять результаты; ставит проблемные задачи (например, что произойдет, если изменить параметры системы, выбрать другую базовую модель для исследования того или иного явления, изменить параметры численной схемы при проведении компьютерного эксперимента и т.п.).

Студенты на практике знакомятся с различными методами анализа структуры сложных сигналов. В процессе усвоения теоретического материала и выполнения практических работ студенты приобретают навыки проведения самостоятельных научных исследований сложной динамики нелинейных систем. Для самостоятельной работы также предлагаются задания, требующие чтения специальной литературы и использования возможностей компьютерного эксперимента.

В рамках изучения данной дисциплины используются мультимедийные образовательные технологии: электронные лекции (презентации) с использованием программы Open Office.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

-для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию обучающихся могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все студенты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Важную роль при освоении дисциплины «Компьютерная обработка экспериментальных данных» играет самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа способствует:

- углублению и расширению знаний;
- формированию интереса к познавательной деятельности;
- овладению приёмами процесса познания;
- развитию познавательных способностей.

Самостоятельная работа студентов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов в соответствии с требованиями основной образовательной программы по направлению подготовки бакалавров 03.03.03 «Радиофизика».

К самостоятельной работе относятся:

- самостоятельная работа на аудиторных занятиях (лекциях, практических занятиях);
- внеаудиторная самостоятельная работа.

Самостоятельная подготовка к занятиям осуществляется регулярно по каждой теме дисциплины и определяется календарным графиком изучения дисциплины.

Виды самостоятельной работы

Раздел/Тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Литература
Тема 1	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 2	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Тема 3	Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы. Подготовка к практическим занятиям.	см. раздел 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»
Итого часов на самостоятельную работу: 33 часа		

Формы текущего контроля работы студентов

1. Просмотр конспектов лекций.
2. Проверка выполнения практических заданий.
3. Ответы на вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение (на интерактивных занятиях).

Промежуточная аттестация студента осуществляется в соответствии с учебным планом в конце восьмого семестра. Итоги обучения оцениваются в форме зачета.

Материалы для текущего контроля успеваемости и средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в Приложении «Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине».

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 8 семестр по дисциплине «Компьютерная обработка экспериментальных данных» составляет 100 баллов.

Таблица 2. Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Компьютерная обработка экспериментальных данных» в зачет:

55 баллов и более	«зачтено»
меньше 55 баллов	«не зачтено»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Компьютерная обработка экспериментальных данных»

а) Основная литература

1. Павлов А.Н. Методы анализа сложных сигналов [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов физического факультета. - Саратов: Научная книга, 2008. – 120 с. (ЭБ УМЛ, Текст ID=195)
2. Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. – М.: Техносфера, 2009. – 856 с. (в НБ СГУ – 16 экз.)

б) Дополнительная литература

1. Безручко Б.П., Смирнов Д.А. Математическое моделирование и хаотические временные ряды. - Саратов: ГосУНЦ "Колледж", 2005. – 320 с. (в НБ СГУ - 25 экз.)
2. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. Санкт-Петербург: «Питер», 2007. – 752 с. (в НБ СГУ – 13 экз.)
3. Солонина А.И., Улахович Д.А., Арбузов С.М., Соловьёва Е.Б. Основы цифровой обработки сигналов. – Санкт-Петербург: Изд-во ВНУ-Петербург, 2005. – 754 с. (в НБ СГУ – 5 экз.)

в) Рекомендуемая литература

1. Бендат Дж.С., Пирсол А.Дж., Прикладной анализ случайных данных.– М.: Мир, 1989.
2. Отнес Р., Эноксон Л. Прикладной анализ временных рядов. – М.: Мир, 1982.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Сайт кафедры радиофизики и нелинейной динамики СГУ (электронные версии учебных пособий, подготовленных сотрудниками кафедры) <http://chaos.sgu.ru>
2. Сайт группы динамического моделирования и диагностики СГУ (учебно-методические пособия и программы для компьютерного практикума по математическому моделированию) <http://www.nonlinmod.sgu.ru>
3. Пакет прикладных программ TISEAN для анализа хаотических систем на основе методов нелинейной динамики <http://www.mpipks-dresden.mpg.de/~tisean>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Компьютерная обработка экспериментальных данных»

Компьютерные классы физического факультета (ауд. 88 и 69а 8-го учебного корпуса) и кафедры радиофизики и нелинейной динамики (ауд. 52 3-го учебного корпуса). Помещения соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности и охраны труда при проведении учебных, научно-исследовательских и научно-производственных работ.

Персональные ЭВМ, объединенные в локальную сеть и с выходом в Интернет.

Электронные презентации лекций.

Мультимедиапроектор.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика», профиль «Информационные технологии в системах радиосвязи».

Автор:

д.ф.-м.н., профессор



Павлов А.Н.

Программа разработана в 2012 г. (одобрена на заседании кафедры радиофизики и нелинейной динамики, протокол № 7 от 07 сентября 2012 г.)

Программа актуализирована в 2016 г. (одобрена на заседании кафедры радиофизики и нелинейной динамики, протокол № 7 от 14 марта 2016 г.)

Зав. кафедрой радиофизики и нелинейной динамики
д.ф.-м.н., профессор



Анищенко В.С.

Декан физического факультета
д.ф.-м.н., профессор



Аникин В.М.