

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

Кафедра «Радиоэлектроника и телекоммуникации»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

«М.1.3.2.2 Применение динамического хаоса в информационно-коммуникационных системах»

направление подготовки

11.04.02 - «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профиль 2 «Радиофизические и оптические системы связи»

форма обучения – заочная

курс - 1

семестр - 1

зачетных единиц - 6

в том числе:

лекций - 6

практические занятия - 24

самостоятельная работа - 186

Всего часов - 216

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Динамический хаос в информационно-телекоммуникационных системах» является изучение применения явлений динамического хаоса в системах связи и передачи информации, в том числе для скрытой передачи данных.

Система обучения по дисциплине «Динамический хаос в информационно-телекоммуникационных системах» объединяет следующие виды занятий и формы учебной работы: лекции и практические занятия, консультации, самостоятельная работа и непрерывный контроль со стороны преподавателя процесса усвоения материала по дисциплине на всех видах занятий в течение всего периода изучения дисциплины.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО**

Данная учебная дисциплина входит в вариативную часть дисциплин учебного плана подготовки аспирантов по направлению 03.06.01 «ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ».

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в результате изучения курсов «Современные проблемы теории колебаний», «Современные проблемы теории волновых процессов», «Преподавательская деятельность в ВУЗе», «Профессионально-ориентированная коммуникация в системе высшего образования».

Компетенции, сформированные при изучении данной дисциплины, используются при изучении следующих дисциплин: «Статистическая радиофизика/Обработка сложных сигналов», «Нелинейная динамика электронно-волновых сред СВЧ и ТГц диапазонов», «Теория синхронизации /Численные методы анализа систем, описываемые уравнениями в частных производных», «Динамические системы: устойчивость, бифуркации, катастрофы/Компьютерное моделирование радиофизических систем».

Компетенции, сформированные при изучении данной дисциплины, могут быть полезны при прохождении Научно-исследовательской деятельности.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

- ОПК-2 (способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий);

- ПК-3 (готовность к применению современных компьютерных методов обработки и анализа данных и систем автоматизации эксперимента в физических исследованиях);

*В результате изучения дисциплины аспиранты должны знать:*

основные принципы построения систем передачи информации с использованием явления динамического хаоса;

основные виды генераторов хаоса, применимых для передачи данных;

применение синхронизации хаоса в системах передачи данных.

*Уметь:*

применять полученные знания для разработки новых систем передачи информации.

*Владеть:*

методами математического моделирования хаотических систем;

методами расчета характеристик хаотических процессов.

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

№ Мо- ду- ля	№ Не де ли	№ Те мы	Наименование темы	Часы					
				Всег о	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	Ведение. Синхронный хаотический отклик	8	2				6
1	3-4	2	Методы передачи информации с использованием синхронного хаотического отклика	8	4				6
1	5-6	3	Передача информации с нелинейным подмешиванием информационного	20	2				18

			сигнала к хаотическому						
1	7-8	2	Эксперименты по передаче информации с использованием хаоса в радиодиапазоне	8	2				6
1	9-10	5	Прецизионные генераторы хаоса	2	2				
1	11-12	6	Система передачи информации для работы в условиях фильтрации сигналов в канале связи	2	2				
1	13-16	7	Прямохаотические системы передачи информации	4	4				
1	17-18	8	Сверхширокополосные прямохаотические системы связи	2	2				
Всего				72	18				36

### 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	<b>Ведение. Синхронный хаотический отклик</b>  Предпосылки к использованию динамического хаоса в системах передачи информации. Понятие хаотического синхронного отклика. Примеры декомпозиции автоколебательных систем. Оценка качества хаотического синхронного отклика. Устойчивость отклика. Явление on-off перемежаемости.	1 - 6
2	2	2	<b>Методы передачи информации с использованием синхронного хаотического отклика</b>  Хаотическая маскировка. Переключение	1 - 6

			хаотических режимов. Нелинейное подмешивание информационного сигнала к хаотическому. Использование структуры ФАП. Использование адаптивных методов приема.	
3	2	3	<b>Передача информации с нелинейным подмешиванием информационного сигнала к хаотическому</b>  Структура схемы. Выбор генератора хаоса. Математическая модель системы. Передача аналоговой информации. Численный эксперимент. Оценка качества передачи информации.	1 - 6
4	2	4	<b>Эксперименты по передаче информации с использованием хаоса в радиодиапазоне</b>  Структура коммуникационной системы. Математическая модель системы. Анализ влияния возмущающих факторов. Экспериментальный макет и его характеристики.	1 - 6
5	2	5	<b>Прецизионные генераторы хаоса</b>  Критерий прецизионности генераторов. Структура прецизионных генераторов хаоса. Генераторы хаоса с 1.5 и 2.5 степенями свободы.	1 - 6
6	2	6	<b>Система передачи информации для работы в условиях фильтрации сигналов в канале связи</b>  Борьба с фильтрацией сигналов в каналах связи. Структура системы. Математическое моделирование. Макетирование хаотических модулей передатчика и приемника. Синхронный хаотический отклик. Передача тестовых информационных сигналов.	1 - 6
7	4	7 - 8	<b>Прямохаотические системы передачи информации</b>  Понятие прямохаотической системы. Некоторые возможные схемы для	1 - 6

			организации прямохаотической системы. Генераторы хаоса ВЧ и СВЧ диапазонов. Хаотическая синхронизация на высоких частотах. Ввод и извлечение информации. Прямохаотическая система с некогерентным приемом.	
8	2	9	<b>Сверхширокополосные прямохаотические системы связи</b>  Структура сверхширокополосных прямохаотических систем связи. Компьютерное моделирование и эксперименты.	<b>1 - 6</b>

### **6. Содержание коллоквиумов**

*не предусмотрено учебным планом*

### **7. Перечень практических занятий**

*не предусмотрено учебным планом*

### **8. Перечень лабораторных работ**

*не предусмотрено учебным планом*

### **9. Задания для самостоятельной работы аспирантов**

<b>№ темы</b>	<b>Всего Часов</b>	<b>Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)</b>	<b>Учебно-методическое обеспечение</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1	6	Отклик в условиях большой расстройки параметров ведущей и ведомой систем. Импульсная синхронизация хаотического генератора.	<b>1 - 6</b>
2	6	Сравнительный анализ схем передачи информации, использующих хаотический синхронный отклик.	<b>1 - 6</b>
3	6	Эксперименты по передаче речевых и музыкальных сигналов в системах с нелинейным подмешиванием информационного сигнала к хаотическому.	<b>1 - 6</b>
4	6	Передача речевой информации в радиодиапазоне по кабелю. Передача речевой информации в радиодиапазоне по эфиру.	<b>1 - 6</b>

3	12	Повышение эффективности схемы с нелинейным подмешиванием информации. Схема связи с суммированием по модулю хаотического и информационного сигналов. Схема с частотной модуляцией информационного сигнала.	1 - 6
---	----	---	-------

### **10. Расчетно-графическая работа**

*Не предусмотрена учебным планом*

### **11. Курсовая работа**

Расчет параметров сеточных поляризаторов

### **12. Курсовой проект**

*Не предусмотрен учебным планом*

### **13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине «Динамический хаос в информационно-телекоммуникационных системах» позволяют оценить знания, умения и уровень приобретённых компетенций.

Фонд оценочных средств по дисциплине включает в себя:

- Контрольные вопросы;
- Задания для расчетов;
- Задания для проведения занятий в интерактивной форме.

Оценка качества освоения программы дисциплины «Динамический хаос в информационно-телекоммуникационных системах» включает текущий контроль успеваемости, промежуточную и итоговую аттестацию.

Контрольные вопросы по дисциплине:

1. Предпосылки к использованию динамического хаоса в системах передачи информации.
2. Понятие хаотического синхронного отклика.
3. Примеры декомпозиции автоколебательных систем.
4. Оценка качества хаотического синхронного отклика. Устойчивость отклика.
5. Явление on-off перемежаемости.
6. Отклик в условиях большой расстройки параметров ведущей и ведомой систем.
7. Импульсная синхронизация хаотического генератора.
8. Хаотическая маскировка. Переключение хаотических режимов.
9. Нелинейное подмешивание информационного сигнала к хаотическому.
10. Использование структуры ФАП.

- 11.Использование адаптивных методов приема.
- 12.Сравнительный анализ схем передачи информации, использующих хаотический синхронный отклик.
- 13.Структура схемы передачи информации с нелинейным подмешиванием информационного сигнала к хаотическому.
- 14.Выбор генератора хаоса для передачи информации с нелинейным подмешиванием информационного сигнала к хаотическому. Математическая модель системы передачи информации с нелинейным подмешиванием информационного сигнала к хаотическому. Передача аналоговой информации. Численный эксперимент.
- 15.Оценка качества передачи информации.
- 16.Эксперименты по передаче речевых и музыкальных сигналов.
- 17.Структура коммуникационной системы радиодиапазона с использованием хаоса.
- 18.Математическая модель коммуникационной системы радиодиапазона с использованием хаоса.
- 19.Анализ влияния возмущающих факторов. Экспериментальный макет и его характеристики.
- 20.Передача речевой информации в радиодиапазоне по кабелю.
- 21.Передача речевой информации в радиодиапазоне по эфиру.
- 22.Критерий прецизионности генераторов. Структура прецизионных генераторов хаоса.
- 23.Генераторы хаоса с 1.5 степенями свободы.
- 24.Генераторы хаоса с 2.5 степенями свободы.
- 25.Борьба с фильтрацией сигналов в каналах связи.
- 26.Структура системы для работы в условиях фильтрации сигналов.
- 27.Математическое моделирование для работы в условиях фильтрации сигналов.
- 28.Макетирование хаотических модулей передатчика и приемника. Передача тестовых информационных сигналов.
- 29.Понятие прямохаотической системы.
- 30.Некоторые возможные схемы для организации прямохаотической системы.
- 31.Генераторы хаоса ВЧ и СВЧ диапазонов.
- 32.Хаотическая синхронизация на высоких частотах.
- 33.Прямохаотическая система с некогерентным приемом.
- 34.Структура сверхширокополосных прямохаотических систем связи.
- 35.Компьютерное моделирование сверхширокополосных прямохаотических систем связи и эксперименты.

Оценка знаний аспирантов производится по следующим критериям: оценка «отлично» выставляется аспиранту, если при ответе на поставленные вопросы он показывает владение знаниями всего программного материала,



концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области, логически корректно и убедительно излагает свои знания, четко и безошибочно отвечает на вопросы, касающиеся выбора и обоснования методов для проведения исследований, практической значимости полученных результатов; состояния изученности вопроса и основных направлений исследований по своей теме;

оценка «хорошо» выставляется аспиранту, если при ответе на поставленные вопросы он показывает владение знаниями узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса, умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем, в целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа, с незначительными ошибками отвечает на вопросы, касающиеся выбора и обоснования методов для проведения исследований, практической значимости полученных результатов, состояния изученности вопроса и основных направлений исследований по своей теме;

оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту, если при ответе на поставленные вопросы он показывает владение фрагментарными, поверхностными знаниями важнейших разделов программы и содержания лекционного курса, испытывает затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины, стремление логически определенно и последовательно изложить ответ, с затруднениями и/или ошибками отвечает на вопросы;

оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, если он не отвечает на поставленные вопросы, либо имеет отрывочное представление учебно-программного материала, не подготовил доклад и презентацию к выступлению или в ходе доклада не может ответить на вопросы, демонстрирует несформированность компетенций и /или их частей.

### **Вопросы для экзамена**

*Не предусмотрен учебным планом*

### **14. Образовательные технологии**

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Динамический хаос в информационно-телекоммуникационных системах» используются следующие образовательные технологии:

Образовательные технологии	Лекция	Практические занятия	Лабораторные 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
1	1	Практические занятия. Работа в команде. СРС. Дискуссия.	18

### 15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Генерация хаоса [Электронный ресурс]/ А.С. Дмитриев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2012.— 432 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26893>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Кузнецов С.П. Динамический хаос и гиперболические аттракторы [Электронный ресурс]: от математики к физике/ Кузнецов С.П.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2013.— 488 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28886>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Современные проблемы хаоса и нелинейности [Электронный ресурс]/ К. Симо [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2002.— 304 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17655>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

4. Акулиничев Ю.П. Теория и техника передачи информации [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Акулиничев Ю.П., Бернагрдт А.С.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Эль Контент, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 210 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13984>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

5. Ясько С.А. Методы передачи информации в информационных системах [Электронный ресурс]: учебное пособие по дисциплине «Информационно-управляющие технологии в технике связи»/ Ясько С.А.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2013.— 257 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17938>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
6. Чернецова Е.А. Системы и сети передачи информации. Часть 1. Системы передачи информации [Электронный ресурс]/ Чернецова Е.А.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2013.— 204 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17966>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

### **ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ**

7. Основные Российские образовательные порталы  
[www.edu.ru](http://www.edu.ru) - Федеральный портал «Российское образование»  
[www.informika.ru](http://www.informika.ru) - Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций
10. Интернет - энциклопедия Wikipedia: <http://ru.wikipedia.org>

### **БАЗЫ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫЕ И ПОИСКОВЫЕ СИСТЕМЫ**

[www.google.com](http://www.google.com)

<http://elibrary.ru/>

[www.rambler.ru](http://www.rambler.ru)

## **16. Материально-техническое обеспечение**

Лекционные занятия проходят с использованием компьютеров в компьютерном классе, оборудованном специализированной учебной мебелью, технических средств обучения (мультимедийный проектор, интерактивная доска).

### **17. Особенности организации процесса сдачи кандидатского экзамена для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний: *-для слабовидящих:*

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

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, при необходимости аспирантам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

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

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