

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВПО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
радиофизики

*наименование кафедры, отвечающей за реализацию дисциплины*

(Трифонов А.П.)

*подпись, расшифровка подписи*

7.07.2016г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.2 Нелинейные преобразования сигналов в передающих трактах радио-  
аппаратуры

*Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом*

1. Шифр и наименование направления подготовки: 03.04.03 Радиофизика
2. Профиль подготовки: Компьютерные методы обработки радиофизической информации
3. Квалификация (степень) выпускника: магистр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра радиофизики
6. Составители программы: Прибытков Юрий Николаевич, к.ф.м.н., доцент
7. Рекомендована: заседанием кафедры радиофизики прот. №7 от 8.06.2016 г.
8. Учебный год: 2016/2017 Семестр(ы): 1

### 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Формирование у студентов комплекса знаний по основам анализа нелинейных искажений сигналов в передающих трактах радиопередающей аппаратуры. Ознакомление с моделями нелинейных искажений и цифровыми методами их компенсации.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: дисциплина по выбору вариативной части учебного плана

Дисциплина опирается на курсы: Оптимальные методы приема сигналов, Основы передачи данных в телекоммуникационных системах.

11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

1. **ПК-1** способность использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики

Знать:

Причины возникновения нелинейных искажений в передающих трактах.

Уметь:

Оценивать уровень помехи, вызванной нелинейными искажениями;

Владеть:

Методами синтеза алгоритмов компенсации нелинейных искажений

2. **ПК-2** способность самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта

Знать:

Модели нелинейных искажений без памяти и с памятью

Уметь:

Анализировать изменения спектрального состава сигнала вследствие его прохождения через нелинейные тракты.

Владеть:

Методами цифровой компенсации нелинейных искажений при передаче узкополосных и широкополосных сигналов

3. **ОПК-3** способность к свободному владению профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, использованию современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Знать

Основные принципы анализа нелинейных искажений в цифровых системах системах связи

Уметь

Разрабатывать программы моделирования алгоритмов компенсации нелинейных искажений

Владеть

Методами численного анализа нелинейных искажений и степени их компенсации

## 12. Структура и содержание учебной дисциплины:

12.1 Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 2/72

12.2 Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)			
	Всего	По семестрам		
		1		
Аудиторные занятия	28	28		
в том числе:				
лекции	14	14		
практические	14	14		
лабораторные				
Самостоятельная работа	44	44		

Подгот.				
Итого:	72	72		
	зачет	зачет		

### 12.3. Содержание разделов дисциплины:

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Преобразование сигналов в нелинейных системах.	Спектральные характеристики сигналов, на выходе нелинейных систем. Численные характеристики степени искажения сигнала.
2	Нелинейность передающих трактов	Нелинейность передающих трактов радиопередающей аппаратуры. Обзор моделей усилителей мощности. Разложение в ряды Тэйлора и Фурье.
3	Модели усилителей без памяти	Модели усилителей без памяти. Синтез алгоритмов компенсации искажений. Модели Saleh, модифицированная Saleh, Hetrakul, Berman, Mahle
4	Модели усилителей с памятью	Модели усилителей с памятью. Синтез алгоритмов компенсации искажений. Модели усилителей с линейной памятью. Модели Полиномиальная модель. Модель на базе нейронной сети, авторегрессионная модель. Параллельно каскадная модель Винера, Модель на основе рядов Вольтерра.
5	Численный анализ эффективности алгоритмов компенсации нелинейных	Моделирование передающих трактов и алгоритмов компенсации нелинейных искажений.

## 12.4 Междисциплинарные связи с другими дисциплинами:

№ п/п	Наименование дисциплин учебного плана, с которым организована взаимосвязь дисциплины рабочей программы	№ № разделов дисциплины рабочей программы, связанных с указанными дисциплинами
	<i>Основы передачи данных в телекоммуникационных системах</i>	1, 2, 3

## 12.5. Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Преобразование сигналов в нелинейных системах.	2			2	4
2	Нелинейность передающих трактов	2	2		8	12
3	Модели усилителей без памяти	4	4		8	16
4	Модели усилителей с памятью	4	6		18	28
5	Численный анализ эффективности алгоритмов компенсации нелинейных	2	2		8	12
Итого:		14	14		44	72

## 13. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Б. Скляр "Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение". Изд.2-е, испр.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2003. – 1104с.
2. D. Schreurs, M. O'Droma, A. Goacher, M. Gardinger RF Power Amplifier Behavioral Modeling / New York : Cambridge University Press, 2009, 269p.
3. В.М. Вишнеvский, А.И. Ляхов, С.Л. Портной, И.В. Шахнович "Широкополосные беспроводные сети передачи информации". М.: Техносфера. 2005 – 592с.
4. Дж. Прокис "цифровая связь". Пер с англ./ Под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь. 2000. – 800 с.
5. К. Феер "Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра". Пер. с англ. / Под. Ред. В.И. Журавлева. – М.: Радио и связь, 2000. – 520с.
6. Л.М. Финк "теория передачи дискретных сообщений". Изд.2-е. переработанное, дополненное. – М: Сов. Радио, 1970. – 728с.

б) дополнительная литература:

7. Е.А. Громаков "Стандарты и системы подвижной радиосвязи". М.: Эко-трендз. – 1998. – 240с.
8. Ю.М. Горностаев, Л.М. Невдяев "Новые стандарты широкополосной радиосвязи на базе технологии W-CDMA". М.: Совместное издание Международного центра научной и технической информации и ИТЦ "Мобильные коммуникации". – 1999.-166с.
9. Lee, Jhong S. "CDMA systems engineering handbook". Boston, London: Artech House. - 1998. – 1228р.

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

№ п/п	Источник
1.	Электронная библиотека Зональной научной библиотеки Воронежского госуниверситета : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml,simple_elib.xsl+rus">https://lib.vsu.ru/zgate?Init+elib.xml,simple_elib.xsl+rus</a>
2.	Электронно-библиотечная система "БиблиоТех" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1486">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1486</a>
3.	Электронно-библиотечная система «ЮПАЙТ» : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1457">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1457</a>
4.	Электронно-библиотечная система BOOK.ru.(изд-во "КноРус") : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1436">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1436</a>
5.	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1401">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1401</a>
6.	Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM" (изд-во "ИНФРА-М") : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1360">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1360</a>
7.	Электронно-библиотечная система ibook.ru : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1344">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1344</a>
8.	Электронно-библиотечная система IPRbooks : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1343">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1343</a>
9.	Электронно-библиотечная система «КнигаФонд» : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1336">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1336</a>
10.	Электронно-библиотечная система IQLib : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1310">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1310</a>
11.	Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1308">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1308</a>
12.	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1307">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1307</a>
13.	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" : электронно-библиотечная система. – URL : <a href="https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1306">https://lib.vsu.ru/?p=4&amp;t=2d&amp;id=1306</a>
14.	<a href="http://www.exponenta.ru">http://www.exponenta.ru</a>

#### 14. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Ноутбук HP Pavilion Dv9000, проектор BenQ MP575,

#### 15. Форма организации самостоятельной работы

Контроль самостоятельной работы реализуется с помощью опросов на лекциях и практических занятиях, промежуточной аттестации, вопросов по темам заданий и т.д.

16. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов:

зачтено	Полное знание учебно-программного материала на уровне количественной характеристики. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы
---------	---

	преподавателя.
Не зачтено	Незнание основного программного материала. Неспособность скорректировать ответ под руководством преподавателя.

# ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/специальность 03.04.03 Радиофизика

шифр и наименование направления/специальности

Дисциплина Б1.В.ОД.2 Нелинейные преобразования сигналов в передающих трактах радиоаппаратуры

---

код и наименование дисциплины

Профиль подготовки Компьютерные методы обработки радиофизической информации

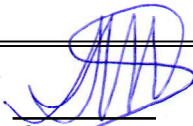
в соответствии с учебным планом

Форма обучения очная

Учебный год 2016/2017

---


Ответственный исполнитель  
Зав. кафедрой радиофизики  
*должность, подразделение*



*подпись*

(Трифонов А.П.)  
*расшифровка подписи*

Исполнители  
Доц. кафедры радиофизики  
*должность, подразделение*



*подпись*

(Прибытков Ю.Н.)  
*расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП ВПО  
по направлению/ специальности



*подпись*

(Корчагин Ю.Э.)  
*расшифровка подписи*

Зав.отделом обслуживания ЗНБ



*подпись*

(Белодедова Н.В.)  
*расшифровка подписи*

---

РЕКОМЕНДОВАНА НМС физического факультета

(наименование факультета, структурного подразделения)

протокол № 5 от 30.06.2016 г.