

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Государственное образовательное бюджетное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**«Владимирский государственный университет имени**  
**Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**УСТРОЙСТВА ПРИЕМА и ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ**

Направление подготовки: 11.04.01 «Радиотехника»

Профиль/программа подготовки:

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная

<b>Семестр</b>	<b>Трудоемкость (зач. ед, /час.)</b>	<b>Лекций, (час.)</b>	<b>Лаборат. работ, (час.)</b>	<b>СРС, (час.)</b>	<b>Форма контроля (экз./зачет)</b>
1	3/108	18	36	18	экзамен (36ч.), КП
<b>Итого</b>	3/108	18	36	18	экзамен (36ч.), КП

**Владимир, 2015**

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целями освоения дисциплины «Устройства приема и обработки сигналов (УПОС)» являются:**

1. Изучение особенностей цифровой обработки сигналов в системах компьютерной телефонии.
2. Формирование практических навыков моделирования устройств эффективного кодирования речевых сигналов, подавления помех, а также систем их автоматического распознавания.
3. Формирование практических навыков работы со средствами для оценки уровня искажений речевых сигналов и ошибок их распознавания.
4. Подготовка для сфер профессиональной деятельности:
  - научно-исследовательской
  - проектно-конструкторской;
  - научно-педагогической;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Устройства приема и обработки сигналов» относится к базовой части дисциплин:

### ***Взаимосвязь с другими дисциплинами***

Курс «Устройства приема и обработки сигналов» основывается на знании теории цифровой обработки сигналов, высшей математики, теории радиотехнических цепей и сигналов. Полученные знания могут быть использованы при изучении дисциплин: «Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем», «Помехи и борьба с ними», «Теория случайных процессов», а также при подготовке магистерской диссертации.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

### **3.1. Знать:**

- принципы построения систем компьютерной телефонии (ОПК-4),
- принципы построения речевых кодеков (ОПК-4);
- основы построения систем автоматического распознавания речевых сигналов (ОПК-4);
- причины, вызывающие искажения речевых сигналов (ОПК-4, ПК-2);
- методы подавления помех, воздействующих на речевые сигналы (ОПК-4).

### **3.2. Уметь:**

- использовать пакеты прикладных программ для проектирования и исследования устройств обработки речевых сигналов (ОПК-4, ПК-2);
- оценивать уровень искажений речевых сигналов (ПК-2);
- анализировать причины искажений речевых сигналов (ОПК-4, ПК-2);
- применять методы подавления помех, воздействующих на речевые сигналы (ПК-2);

### **3.3. Владеть:**

- навыками самостоятельной постановки и решения новых инженерных задач в области обработки речевых сигналов (ОПК-4, ПК-2);

- навыками практической работы со средствами исследования устройств обработки речевых сигналов (ПК-2);
- навыками экспериментального определения характеристик и параметров устройств обработки сигналов (ОПК-4, ПК-2);
- навыками проектирования устройств обработки речевых сигналов, применяемых в телефонии (ОПК-4, ПК-2).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: «Устройства приема и обработки сигналов (УПОС)»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы с применением интерактивных методов (час / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации	
				Лекции	Лабораторные работы	СРС	КП			
1.	<u>Состав системы компьютерной телефонии (КТ)</u> Структура системы КТ. Интерактивный автоответчик с голосовым интерфейсом. Проблема сжатия потока данных речи. Воздействие помех и искажения речевого сигнала (РС).	1	1-2	2	4	2	+	2/33		
2	<u>Кодирование речевых сигналов на основе метода линейного предсказания.</u> Модель формирования РС. LPC-кодек. CELP-кодек.	1	3-6	4	8	4	+	4/33	Рейтинг-контроль 1	
3.	<u>Система распознавания голосовых команд</u> Структура системы. Предварительная обработка РС: подавление помех, удаление пауз, определение параметров РС.	1	7-9	4	4	4	+	4/50		
4	<u>Декодер системы распознавания голосовых команд</u> Акустическая модель звука - модель скрытого марковского процесса. Решетчатая диаграмма. Алгоритм Витерби..	1	10-13	4	8	4	+	4/33	Рейтинг контроль 2	
5.	<u>Обучение системы распознавания голосовых команд</u> Алгоритм Баума-Уэлча. Проблема инициализации процесса обучения.	1	14-15	2	4	2	+	2/33		
6	<u>Перспективы развития систем КТ.</u> Использование классификатора сегментов РС при сжатии потоков данных речи. Использование искусственных нейронных сетей при распознавании речи.	1	16-18	2	8	2	+	2/20	Рейтинг контроль 3	
Всего					18	36	18	КП	18/33	(36ч.) экзамен

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 5.1. Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой: (лабораторные работы, контрольные аудиторские работы, курсовое проектирование). Объем занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 18 часов (лабораторные занятия, консультации вне расписания, контрольные мероприятия на лекционных занятиях).

### 5.2. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению и защите лабораторных заданий, в процессе подготовки к экзамену, к контрольным мероприятиям (рейтинг-контроль), а также в процессе курсового проектирования. Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций.

### 5.3. Использование современных информационных технологий

Все лабораторные работы проводятся на компьютерах с помощью специально разработанного программного обеспечения, а также системы MATLAB. При записи звуковых файлов используются специальные программы – звуковые редакторы. Студентам предоставляется описание всех лабораторных работ в электронном виде.

### 5.4. Лекции приглашенных специалистов

В рамках учебного курса УПОС предусмотрены встречи с представителями российских компаний, выступления и лекции специалистов, в частности доктора технических наук, профессора кафедры основ радиотехники МЭИ (г.Москва) В.Г. Карташева

### 5.5 Рейтинговая система обучения

Рейтинг-контроль проводится три раза за семестр. Он предполагает оценку суммарных баллов по следующим составляющим: активность на контрольных занятиях; качество выполнения рейтинговых заданий и лабораторных работ.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### 6.1. Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование лабораторной работы
1	Изучение интерфейса системы компьютерной математики MATLAB
2	Операции над звуковыми файлами. Графическое отображение результатов вычислений
3	Программирование в системе MATLAB
4	Формирование и анализ сигналов в системе MATLAB
5	Дискретная фильтрация в системе MATLAB
6	Изучение интерфейса пакета SIMULINK
7	Исследование LPC-речевого кодера

8	Моделирование LPC-речевого декодера средствами пакета визуального моделирования SIMULINK
9	Исследование системы распознавания голосовых команд на основе использования моделей скрытых марковских процессов

## 6.2. Темы курсовых проектов

1	Исследование эффективности использования фильтра Винера для повышения помехоустойчивости устройств компьютерной телефонии <i>Изменяемые пункты задания: тип устройства (кодек или система распознавания команд); тип помехи; выборка звукозаписей голосовых команд.</i>
2	Исследование эффективности использования метода спектрального вычитания для повышения помехоустойчивости устройств компьютерной телефонии. <i>Изменяемые пункты задания: тип устройства (кодек или система распознавания команд); тип помехи; выборка звукозаписей голосовых команд.</i>
3	Исследование эффективности использования адаптивной фильтрации для повышения помехоустойчивости устройств компьютерной телефонии. <i>Изменяемые пункты задания: тип устройства (кодек или система распознавания команд); тип помехи; выборка звукозаписей голосовых команд.</i>
4	Исследование эффективности использования режекторных фильтров для повышения помехоустойчивости устройств компьютерной телефонии. <i>Изменяемые пункты задания: тип устройства (кодек или система распознавания команд); тип помехи; выборка звукозаписей голосовых команд.</i>

## 6.3. Контроль текущей успеваемости

### Вопросы и задания к рейтинг-контролю №1

1. Какими преимуществами обладают системы КТ по сравнению с традиционной телефонией?
2. Где используется модель формирования речевого сигнала?
3. Каким образом помехи влияют на работу интерактивного автоответчика?
4. Каковы недостатки LPC-кодека?
5. Каким образом в CELP-кодеке устраняются недостатки LPC-кодека?

### Вопросы и задания к рейтинг-контролю №2

1. Каким образом мел-частотные кепстральные коэффициенты учитывают особенности слуха, и как можно подавить влияние изменений частотной характеристики канала связи на результат распознавания голосовой команды?
2. Какие ограничения на виды подавляемых помех имеет метод спектрального вычитания?
3. Чем фильтр Винера отличается от спектрального вычитания?
4. Какие помехи наиболее эффективно подавляет адаптивный фильтр?

5. С какой целью используется детектор голосовой активности?
6. Какие виды изменчивости голосовых команд отражает модель скрытого марковского процесса?

### Вопросы и задания к рейтинг-контролю №3

1. С какой целью используется алгоритм Витерби?
2. Почему при определении параметров акустических моделей используется алгоритм Баума-Уэлча, а не алгоритм Витерби?
3. Что дает использование классификаторов речевых сегментов при сжатии потоков данных речи?
4. За счет каких факторов использование искусственных нейронных сетей уменьшает число ошибок распознавания?

### 6.4. Вопросы к экзамену

1. Понятие о КТ. Предмет и задачи курса.
2. Структурные схемы интерактивного автоответчика и системы распознавания голосовых команд.
3. Модель формирования речевого сигнала.
4. Сжатие данных речи на основе линейного предсказания.
5. Определение параметров (анализ) речевого сигнала. Анализирующий фильтр. Структура LPC-кодера.
6. Определение частоты основного тона.
7. Определение коэффициента усиления. Кодер параметров речевого сигнала. Структура LPC-кодека.
8. Векторное квантование. CELP-кодек
9. Подавление помех методом спектрального вычитания
10. Использование фильтра Винера для подавления помех.
11. Адаптивная фильтрация помех.
12. Детектор голосовой активности.
13. Понятие о модели скрытого марковского процесса. Использование моделей скрытых марковских процессов при распознавании голосовых команд
14. Сопоставление произнесения голосовой команды с моделью скрытого марковского процесса. Решетчатая диаграмма. Алгоритм Витерби.
15. Определение параметров модели скрытого марковского процесса (обучение системы).
16. Сеть акустических моделей при наличии пауз и помех.
17. Оценка вероятностей ложного срабатывания и ложного пропуска голосовых команд. Взаимосвязь вероятностей ошибок ложного пропуска команды и ложного срабатывания системы.
18. Использование искусственных нейронных сетей. Классификатор сегментов речевого сигнала.

### 6.5. Вопросы для контроля самостоятельной работы студентов

Тема	Контрольные вопросы
<p>Состав системы компьютерной телефонии (КТ)</p> <p>Кодирование речевых сигналов на основе метода линейного предсказания.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как соотносится наличие синтезирующего фильтра в модели речевого сигнала с физическим процессом его формирования?</li> <li>2. Какие преимущества для пользователя дает применение голосового управления интерактивным голосовым автоответчиком по сравнению с использованием двухтональных управляющих сигналов?</li> </ol>

	<p>3. Какую функцию выполняет структура сети акустических моделей?</p> <p>4. Какой основной недостаток LPC-кодека устраняет CELP-кодек?</p> <p>5. В чем заключается преимущество векторного квантования по сравнению со скалярным квантованием?</p>
<p><u>Система распознавания голосовых команд</u> <u>Декодер системы распознавания голосовых команд</u></p>	<p>1. Как скажутся на работе системы распознавания речевых сигналов ошибки в работе детектора голосовой активности?</p> <p>2. Как подавляются помехи, создаваемые самим диктором?</p> <p>3. Какие ограничения на вид подавляемых помех накладывает использование метода спектрального вычитания?</p> <p>4. Какие ограничения на вид подавляемых помех накладывает использование адаптивного фильтра?</p> <p>5. За счет чего алгоритм Витерби ускоряет процесс поиска оптимальной последовательности состояний акустических моделей по сравнению с простым перебором всех возможных последовательностей?</p> <p>6. Каким образом модель скрытого марковского процесса отражает изменчивость голосовой команды по длительности?</p> <p>7. Каким образом модель скрытого марковского процесса изменяет изменчивость голосовой команды по тембру?</p>
<p><u>Обучение системы распознавания голосовых команд</u> <u>Перспективы развития систем КТ</u></p>	<p>1. Почему для обучения акустической модели нельзя использовать алгоритм Витерби?</p> <p>2. Какими преимуществами и недостатками обладают искусственные нейронные сети по сравнению с использованием суммы гауссианов?</p> <p>3. С какой целью используются классификаторы сегментов речевого сигнала?</p>

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература (библиотека ВлГУ).

1. Гадзиковский В.И. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] / В.И. Гадзиковский - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2015. - 766 с. - ISBN 978-5-91359-117-3 <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785913591173.html>
2. Левин, Е. К. Средства исследования помехоустойчивости систем распознавания голосовых команд в телефонии : монография / Е. К. Левин .— Владимир : Рост, 2014 .— 234 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 200-232 .— ISBN 978-5-93907-091-1
3. Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] / Оппенгейм А., Шафер Р. - Издание 3-е, исправленное. - М. : Техносфера, 2012. -1048 с. - ISBN 978-5-94836-329 <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363295.html>

### Дополнительная литература.

1. Исследование алгоритмов обработки сигналов в системе Matlab: метод. указания к лабораторным работам/ Е.К.Левин; Владим. гос. ун-т.- Владимир:

- Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011.-78 с.  
<http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/3046>
2. Ахмад, Х. М. Введение в цифровую обработку речевых сигналов: учебное пособие / Х. М. Ахмад, В. Ф. Жирков; Владим. гос. ун - т . – Владимир: Изд - во Владим . гос . ун - та, 2007. – 192 с . – ISBN 5-89368-751-5  
<http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1171/3/01116.pdf>
  3. Бигелоу С. Д., Виндер С., Карр Д. Д. Энциклопедия телефонной электроники. - М.: Издательский дом "ДМК-пресс", 2007. - 576 с. - ISBN 5-9706-0014-8  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5970600148.html>
  4. Сергиенко, А. Б.. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов по направлению "Информатика и вычислительная техника" / А. Б. Сергиенко .— 2-е изд. — Санкт-Петербург : Питер, 2007 .— 750 с. : ил., табл., граф. — (Учебник для вузов) .— Библиогр.: с. 724-728 .— Алф. указ.: с. 729-750 .— ISBN 5-469-00816-9

#### Отечественные журналы:

- Радиотехника;
- Радиотехника и электроника;
- Приборы и техника эксперимента;
- Цифровая обработка сигналов.

#### Зарубежные журналы:

- IEEE Transactions on Communications;
- IEEE Transactions on Signal Processing;
- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.


### 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3 и 335-3);
- программное обеспечение: система Matlab;
- оборудование специализированной лаборатории (304-3);

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.04.01 «Радиотехника»

Рабочую программу составил профессор каф. РТ и РС  Левин Е.К.

Сторонний рецензент(ы)  ген.директор «ВКБР», к.т.н. А.Е. Богданов

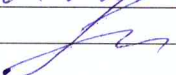
Программа одобрена на заседании каф. РТ и РС

Протокол № 9 от 9.02.2015

Заведующий кафедрой РТ и РС  Никитин О.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления

Протокол № 4 от 10.02.2015 года

Председатель комиссии 



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_