


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Владимирский государственный университет имени
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)


«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
по образовательной деятельности
А.А.Панфилов
« 27 » _____ 2019г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
УСТРОЙСТВА ПРИЕМА и ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

Направление подготовки: 11.04.01 «Радиотехника»

Профиль/программа подготовки: Радиотехнические и телекоммуникационные системы

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоем- кость (зач. ед, /час.)	Лек- ций, (час.)	Практ. занятий, (час.)	Лаборат. работ, (час.)	СРС, (час.)	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
1	3/108	18	-	36	27	Экзамен (27 час.) КР
Итого	3/108	18	-	36	27	Экзамен (27 час.) КР

Владимир, 2019

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Подготовка в области знания: особенностей цифровой обработки сигналов в системах компьютерной телефонии.

Задачи: Формирование практических навыков моделирования устройств эффективного кодирования речевых сигналов, подавления помех, систем автоматического распознавания сигналов, а также формирование практических навыков работы со средствами для оценки уровня искажений речевых сигналов и ошибок их распознавания

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Устройства приема и обработки сигналов» относится к обязательной части

Пререквизиты дисциплины: высшая математика, физика, теория электрических цепей, статистическая теория передачи сигналов.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	Частичное освоение	Знать: современное состояние и проблемы построения систем компьютерной телефонии, речевых кодеков, систем распознавания речи.
	Неполное освоение	Знать: современное состояние и проблемы построения систем компьютерной телефонии, речевых кодеков, систем распознавания речи. Уметь: анализировать современное состояние и проблемы построения систем компьютерной телефонии, речевых кодеков, систем распознавания речи;
	Полное освоение	Знать: современное состояние и проблемы построения систем компьютерной телефонии, речевых кодеков, систем распознавания речи. Уметь: анализировать современное состояние и проблемы построения систем компьютерной телефонии, речевых кодеков, систем распознавания речи.

		Владеть: способами представления и анализа систем компьютерной телефонии, речевых кодеков, систем распознавания речи.
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	Частичное освоение	Знать: современные методы подавления помех, воздействующих на речевые сигналы, методы сжатия потоков данных речи.
	Неполное освоение	Знать: современные методы подавления помех, воздействующих на речевые сигналы, методы сжатия потоков данных речи. Уметь: применять современные методы подавления помех, воздействующих на речевые сигналы, методы сжатия потоков данных речи.
	Полное освоение	Знать: современные методы подавления помех, воздействующих на речевые сигналы, методы сжатия потоков данных речи. Уметь: применять современные методы подавления помех, воздействующих на речевые сигналы, методы сжатия потоков данных речи. Владеть: навыками представления результатов выполненной работы.
ПК-3 Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	Частичное освоение	Знать: способы проведения экспериментальных исследований устройств обработки речевых сигналов и порядок выбора соответствующих технических средств
	Неполное освоение	Знать: способы проведения экспериментальных исследований устройств обработки речевых сигналов и порядок выбора соответствующих технических средств. Уметь: работать со средствами обработки результатов исследований, оценивать уровень искажений речевых сигналов.
	Полное освоение	Знать: способы организации и проведения экспериментальных исследований устройств обработки речевых сигналов и порядок выбора соответствующих технических средств. Уметь: работать со средствами обработки результатов исследований, оценивать уровень искажений речевых сигналов.

		Владеть: навыками практической работы с измерительными приборами для исследования устройств компьютерной телефонии.
--	--	---

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ:

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные 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	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС			
1.	Состав системы компьютерной телефонии (КТ)	1	1-3	2			4	1/50		
2	Кодирование речевых сигналов на основе метода линейного предсказания. Параметры сигнала	1	4-6	2			4	1/50	Рейтинг-контроль 1	
3.	Предварительная обработка сигналов при распознавании голосовых команд	1	7-9	6		16	6	11/50		
4	Декодер системы распознавания голосовых команд	1	10-12	4		8	4	6/50	Рейтинг-контроль 2	
5.	Обучение системы распознавания голосовых команд	1	13-15	2		4	5	3/50		
6	Перспективы развития систем КТ	1	16-18	2		8	4	5/50	Рейтинг-контроль 3	
Всего за 1 семестр					18	-	36	27	27/50	Экзамен (27 час)
Наличие в дисциплине КП, КР										КР
Итого по дисциплине					18	-	36	27	27/50	Экзамен (27 час), КР

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1

Тема 1 Структура системы КТ. Интерактивный автоответчик с голосовым интерфейсом.

Тема 2. Проблема сжатия потока данных речи. Воздействие помех и искажения речевого сигнала (РС).

Раздел 2.

Тема 1. Модель формирования РС.

Тема 2. Параметры РС.

Раздел 3.

Тема 1. Подавление помех, устранение влияния АЧХ канала связи на параметры сигнала

Тема 2. Детектор голосовой активности

Раздел 4.

Тема 1. Акустическая модель звука.

Тема 2. Решетчатая диаграмма. Алгоритм Витерби.

Раздел 5.

Тема 1. Алгоритм Баума-Уэлча.

Тема 2. Понятие об искусственной нейронной сети

Раздел 6.

Тема 1. Использование искусственной нейронной сети при распознавании речи.

Содержание лабораторных работ по дисциплине

Раздел 3.

Тема 1. Подавление помех с использованием спектрального вычитания и фильтра Винера.

Подавление влияния АЧХ канала связи на параметры РС (нормализация, метод RASTA).

Тема 2. Обнаружение участков голосовой активности.

Раздел 4.

Тема 1. Оценка точности распознавания голосовых команд.

Тема 2. Распознавание голосовых команд при использовании средств подавления помех.

Раздел 5.

Тема 1. Обучение системы распознавания голосовых команд.

Тема 2. Обнаружение участков голосовой активности на основе использования искусственной нейронной сети.

Раздел 6.

Тема 1. Использование искусственной нейронной сети для подавления помех.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Устройства приема и обработки сигналов» используются разнообразные образовательные технологии, как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения. Активные и интерактивные методы обучения:

Интерактивные лекции (раздел 1, тема 1; раздел 2, темы 1, 2; раздел 3, тема 2; раздел 4, тема 2; раздел 5, темы 1, 2; раздел 6, тема 1).

Интерактивные лабораторные работы (раздел 3, тема 2; раздел 4, тема 2; раздел 5, темы 1, 2; раздел 6, тема 1).

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

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?

Тест-контроль самостоятельной работы студентов

Тема1 Подавление помех с использованием спектрального вычитания и фильтра Винера. Подавление влияния АЧХ канала связи на параметры РС (нормализация, метод RASTA).

1. Спектральное вычитание можно применить только в случае:
 - а) стационарных помех;
 - б) нестационарных помех;
 - в) гауссовых помех;
2. По сравнению со спектральным вычитанием фильтр Винера:
 - а) обеспечивает меньший уровень «музыкального шума»;
 - б) обеспечивает больший уровень «музыкального шума»;
 - в) работает только при большом уровне сигнала
3. Нормализация мел-частотных кепстральных коэффициентов (МЧКК) нужна для:
 - а) подавления гармонических помех;
 - б) подавления влияния фазо-частотной характеристики канала связи на (МЧКК);
 - в) подавления влияния амплитудно-частотной характеристики канала связи на (МЧКК).
4. метод RASTA применяется в случае:
 - а) воздействия гармонических помех;
 - б) распознавания слитной речи;
 - в) распознавания голосовых команд.

Тема2 Обнаружение участков голосовой активности.

1. Как скажутся на работе системы распознавания речевых сигналов (СРР) ошибки в работе детектора голосовой активности (участки голосовой активности определяются как паузы)?
 - а) увеличится длительность процесса распознавания;
 - б) возрастёт объем вычислений;
 - в) возрастёт число ошибок распознавания.

2. Основным признаком голосовой активности является:
 - а) повышенная энергия сегмента РС;
 - б) повышенная частота сегмента РС;
 - в) повышенная ширина спектра сегмента РС.

3. Как скажутся на работе системы распознавания речевых сигналов (СРР) ошибки в работе детектора голосовой активности (участки паузы определяются как участки голосовой активности)?
 - а) возрастёт объем вычислений;
 - б) возрастет число ложных срабатываний системы оаспознавания;
 - в) увеличится число ложных пропусков голосовой команды.

Тема3 Акустическая модель звука. Решетчатая диаграмма. Алгоритм Витерби.

1. Каким образом модель скрытого марковского процесса отражает изменчивость голосовой команды по длительности?
 - а) наличием закона распределения плотности вероятности состояния модели;
 - б) наличием матрицы переходных вероятностей;
 - в) изменением числа состояний модели.

2. С какой целью при распознавании речи используется алгоритм Витерби?
 - а) использование алгоритма сокращает объем вычислительных затрат;
 - б) уменьшается число ошибок распознавания;
 - в) подавляет воздействие помех.

3. Точность распознавания увеличивается:
 - а) при увеличении числа звуков голосовой команды;
 - б) при снижении числа звуков голосовой команды;
 - в) точность не зависит от числа звуков голосовой команды.

Тема 4 Алгоритм Баума-Уэлча. Понятие об искусственной нейронной сети

1. Алгоритм Баума-Уэлча используется:
 - а) на стадии распознавания;
 - б) на стадии обучения;
 - в) на стадии предварительной обработки сигнала.
2. Искусственная нейронная сеть, главным образом, используется:
 - а) для повышения точности распознавания;
 - б) для снижения затрат времени на обучение;
 - в) для повышения помехоустойчивости.

Темы курсовых работ

1	Исследование эффективности использования фильтра Винера для повышения помехоустойчивости устройств компьютерной телефонии
---	---

	<i>Изменяемые пункты задания: 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 помехи; выборка звукозаписей голосовых команд.</i>
3	Исследование эффективности использования нормализации для повышения устойчивости устройств компьютерной телефонии к изменениям АЧХ канала связи. <i>Изменяемые пункты задания; тип АЧХ; выборка звукозаписей голосовых команд.</i>
4	Исследование эффективности использования режекторных фильтров для повышения помехоустойчивости устройств компьютерной телефонии. <i>Изменяемые пункты задания: тип помехи; выборка звукозаписей голосовых команд.</i>

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. Нормализация МЧКК. Метод RASTA.
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.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

№ п/п	Название и выходные данные (автор, издательство, издание, количество страниц)	Год издания	Количество экземпляров в библиотеке университета	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4	5
7а	Основная литература			
1	Левин Е.К. Обработка сигналов звука и изображений в системах связи [Электронный ресурс] : конспект лекций по дисциплине «Обработка сигналов» для студентов ВлГУ, обучающихся по направлениям 11.03.01 «Радиотехника» / Е. К. Левин ВлГУ	2018		http://dspace.www1.vlsu.ru/bitstream/123456789/7065/1/00779.docx
2	Левин Е.К. Средства исследования помехоустойчивости систем распознавания голосовых команд в телефонии: / Рост, 2014.— 234 с.: ил., табл. — ISBN 978-5-93907-091-1.	2014	69	
3	Павлова, А. И. Информационные технологии: основные положения теории искусственных нейронных сетей : учебное пособие / А. И. Павлова. — Новосибирск : Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», ISBN 978-5-7014-0801-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт].	2017		http://www.iprbookshop.ru/87110.html DOI: https://doi.org/10.23682/87110
7б	Дополнительная литература			
1	Левин Е. К. Исследование алгоритмов обработки сигналов в системе Matlab [Электронный ресурс]:	2011		http://dspace.www1.vlsu.ru/bitstream/123456789/3046/1/00623.pdf

	методические указания к лабораторным работам ВлГУ.			
2	Горожанина, Е. И. Нейронные сети : учебное пособие / Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики,— 84 с. ISBN 2227-8397. —// Электронно-библиотечная система IPR BOOKS	2017		http://www.iprbookshop.ru/75391.html
3	Седов, В. А. Введение в нейронные сети: методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Нейроинформатика» для студентов специальности 09.03.02 «Информационные системы и технологии» /— Саратов : — 30 с. — ISBN 978-5-4486-0047-0. Электронно-библиотечная система IPR BOOKS	2018.		DOI: https://doi.org/10.23682/69319 http://www.iprbookshop.ru/69319.html

7.2. Периодические издания

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.

7.3. Интернет ресурсы

<http://www.studentlibrary.ru/>

<http://dSPACE.www1.vlsu.ru/bitstream/>

<http://www.iprbookshop.ru/69319.html>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеется специальное помещение для проведения занятий лекционного, практического и лабораторного типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы. Лекционные занятия проводятся в ауд. 301-3. Практические занятия – в ауд.410-3, лабораторные - в ауд.304-3. Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:


- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3);
- наборы слайдов к лекциям;
- оборудование специализированной лаборатории (304-3, 410-3);

- программные среды: Matlab, Multisim.

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 № 12 от 26.06.2019 г.
Заведующий кафедрой РТ и РС  Никитин О.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 11.04.01 «Радиотехника»

Протокол № 7 от 27.06.2019 года

Председатель комиссии  О.Р. Никитин

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20/21 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.05.2020 года

Заведующий кафедрой  ВР Никитин

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 _____