

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)**

Институт информационных технологий и радиоэлектроники



«УТВЕРЖДАЮ»
Директор института

А.А.Галкин

2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Устройства приема и обработки сигналов»

Направление подготовки/специальность
11.04.01 «Радиотехника»

направленность (профиль) подготовки
Радиотехнические и телекоммуникационные системы

г. Владимир
2022

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.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1 Знает тенденции и перспективы развития радиотехники, а также смежных областей науки и техники ОПК-1.2 Умеет использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности. ОПК-1.3 Владеет методиками оценки эффективности предлагаемых вариантов выбора решения проблем	Знает современное состояние и проблемы построения систем компьютерной телефонии, речевых кодеков, систем распознавания речи Умеет анализировать современное состояние и проблемы построения систем компьютерной телефонии, речевых кодеков, систем распознавания речи; Владеет способами представления и анализа систем компьютерной телефонии, речевых кодеков, систем распознавания речи.	Опрос по пройденному теоретическому материалу. Тестовые вопросы. Практико-ориентированное задание
ОПК-2. Способен применять современные	ОПК-2.1. Знает методы синтеза и исследования моделей.	Знает: современные методы подавления помех, воздействующих	Опрос по пройденному

<p>методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы</p>	<p>ОПК-2.2. Умеет адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования.</p> <p>ОПК-2.3. Владеет навыками методологического анализа научного исследования и его результатов</p>	<p>на речевые сигналы, методы сжатия потоков данных речи.</p> <p>Умеет: применять современные методы подавления помех, воздействующих на речевые сигналы, методы сжатия потоков данных речи.</p> <p>Владеет: навыками представления результатов выполненной работы.</p>	<p>теоретическому материалу. Тестовые вопросы</p> <p>Виртуальные лабораторные работы Практико-ориентированное задание</p>
<p>ПК-3. Способен к оформлению научно-технического отчета с результатами теоретических и экспериментальных исследований</p>	<p>ПК-3.1. Знает методику оформления научно-технической отчетности по результатам выполненных исследований, требования к ее оформлению</p> <p>ПК-3.2. Знает методику проведения патентных исследований</p> <p>ПК-3.3. Умеет составлять аналитические обзоры и научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, публиковать результаты исследований и разработок в форме патентов, статей, докладов.</p> <p>ПК-3.4. Владеет навыками правильного размещения теоретических и практических разделов научно-технических отчетов</p>	<p>Знает: методику организации и проведения экспериментальных исследований устройств обработки речевых сигналов.</p> <p>Умеет: публиковать статьи по результатам проведенных экспериментальных и патентных исследований.</p> <p>Владеет: навыками составления научно-технических отчетов по результатам исследования устройств компьютерной телефонии.</p>	<p>Опрос по пройденному теоретическому материалу. Тестовые вопросы Практико-ориентированное задание</p>

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1.	Состав системы компьютерной телефонии (КТ)	1	1-3	2				4	
2	Параметры сигнала	1	4-6	2			2	4	Рейтинг-контроль 1
3.	Предварительная обработка сигналов при распознавании голосовых команд	1	7-9	6		16	2	6	
4	Декодер системы распознавания голосовых команд	1	10-12	4		8	2	4	Рейтинг-контроль 2
5.	Обучение системы распознавания голосовых команд	1	13-15	2		4	3	5	
6	Перспективы развития систем распознавания речи	1	16-18	2		8	3	4	Рейтинг-контроль 3
Всего за 5 семестр				18		36		27	27
Наличие в дисциплине КП, КР									КР
Итого по дисциплине				18		36		27	Экзамен (27час),КР

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Состав системы компьютерной телефонии (КТ)

Тема 1 Интерактивный автоответчик с голосовым интерфейсом.

Предварительная обработка речевых сигналов

Структура системы распознавания речи

Тема 2. Воздействие помех и искажения речевого сигнала (РС).

Воздействие аддитивных помех на параметры сигнала

Влияние частотной характеристики канала связи на параметры сигнала

Раздел 2. Параметры сигнала

Тема 1. Модель формирования РС.

Синтезирующий фильтр

- Источник возбуждения фильтра
- Тема 2. Определение параметров РС
Особенности восприятия речевых сигналов.
Формирование мел-частотных кепстральных коэффициентов
- Раздел 3. Предварительная обработка сигналов при распознавании голосовых команд
- Тема 1. Подавление помех, устранение влияния АЧХ канала связи на параметры сигнала
Подавление помех в речевом сигнале с помощью спектрального вычитания и фильтра Винера
Устранение влияния частотной характеристики канала связи на параметры речевого сигнала путем их нормализации и использования фильтра RASTA
- Тема 2. Детектор голосовой активности
Алгоритм работы детектора на основе оценки мощности сегмента речевого сигнала.
Оценка качества работы детектора (ошибки первого и второго рода).
- Раздел 4. Декодер системы распознавания голосовых команд
- Тема 1. Акустическая модель звука.
Учет временной изменчивости голосовой команды (ГК)
Учет тембральной изменчивости голосовой команды (ГК)
- Тема 2. Сопоставление параметров речевого сигнала с акустической моделью
Решетчатая диаграмма.
Алгоритм Витерби.
- Раздел 5. Обучение системы распознавания голосовых команд
- Тема 1. Сеть акустических моделей
Акустическая модель отдельного звука как составная часть акустической модели голосовой команды.
Монофонные и трифонные модели сигналов звуков
- Тема 2. Алгоритм Баума-Уэлча.
Определение матрицы переходных вероятностей
Определение параметров состояния модели скрытого марковского процесса
- Раздел 6. Перспективы развития систем распознавания речи
- Тема 1. Использование искусственной нейронной сети при распознавании речи.
Понятие об искусственном нейроне и об искусственной нейронной сети
Основные задачи, решаемые нейронной сетью.
- Тема 2. Обучение искусственной нейронной сети.
Метод градиентного спуска
Переобучение нейронной сети.

Содержание лабораторных работ по дисциплине

- Раздел 3. Предварительная обработка сигналов при распознавании голосовых команд
- Тема 1. Подавление помех, устранение влияния АЧХ канала связи на параметры сигнала
Подавление помех в речевом сигнале с помощью спектрального вычитания и фильтра Винера
Устранение влияния частотной характеристики канала связи на параметры
- Название лабораторной работы «Подавление помех с использованием спектрального вычитания»
- Название лабораторной работы «Подавление помех с использованием фильтра Винера»
- Название лабораторной работы «Подавление влияния АЧХ канала связи на параметры РС путем нормализации параметров речевого сигнала»
- Название лабораторной работы «Подавление влияния АЧХ канала связи на параметры РС методом RASTA»

Раздел 4. Декодер системы распознавания голосовых команд

Тема 2. Сопоставление параметров речевого сигнала с акустической моделью

Решетчатая диаграмма.

Алгоритм Витерби.

Название лабораторной работы «Распознавание голосовых команд при использовании средств подавления помех»

Название лабораторной работы «Распознавание голосовых команд при использовании нормализации параметров речевого сигнала»

Раздел 6. Перспективы развития систем распознавания речи

Тема 2. Обучение искусственной нейронной сети.

Метод градиентного спуска

Переобучение нейронной сети.

Название лабораторной работы «Детектор голосовой активности на основе использования искусственной нейронной сети»

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

5.1. Текущий контроль успеваемости

Вопросы и задания к рейтинг-контролю №1

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?

5.2. Промежуточная аттестация

Вопросы к экзамену

1. Структура центра обработки телефонных вызовов. Распознавание речи как составная часть телефонной системы связи. Основные этапы обработки речевого сигнала при автоматическом анализе речевых сообщений в телефонной справочной системе.
2. Формирование мел-частотных кепстральных коэффициентов (МЧКК) – основных параметров речевого сигнала, используемых при распознавании речи.
3. Подавление помех в речевом сигнале с помощью спектрального вычитания.
4. Подавление помех в речевом сигнале с использованием фильтра Винера.
5. Устранение влияния частотной характеристики канала связи на параметры речевого сигнала путем их нормализации и использования фильтра RASTA.
6. Удаление пауз из речевого сигнала с помощью детектора голосовой активности. Алгоритм работы детектора на основе оценки мощности сегмента речевого сигнала. Оценка качества работы детектора (ошибки первого и второго рода).
7. Акустическая модель голосовой команды. Сопоставление голосовой команды с акустической моделью. Решетчатая диаграмма.
8. Использование алгоритма Витерби при сопоставлении голосовой команды с акустической моделью.
9. Акустическая модель отдельного звука как составная часть акустической модели голосовой команды. Понятие о монофонных и трифонных моделях сигналов звуков.
10. Сеть акустических моделей звуков. Пример графа сети.
11. Построение акустической модели звука – обучение системы распознавания голосовых команд.
12. Понятие об искусственном нейроне и об искусственной нейронной сети. Основные задачи, решаемые нейронной сетью.
13. Обучение искусственной нейронной сети. Метод градиентного спуска – основа алгоритма обратного распространения ошибки. Недостаток алгоритма.
14. Повышение скорости обучения нейронной сети путем использования алгоритма *Rprop*.
15. Использование функции активации *softmax* при сопоставлении сигнала звука с его акустической моделью. Понятие о переобучении нейронной сети.
16. Использование нейронной сети при построении детектора голосовой активности.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

СРС с лекционными материалами.

Вопросы, структурированные к СРС.

Раздел 1. Состав системы компьютерной телефонии (КТ)

1. Наличие интерактивного автоответчика позволяет
 - а) повысить скорость обслуживания вызова абонента телефонной сети;
 - б) разгрузить оператора центра обслуживания вызовов абонентов телефонной сети;
 - в) повысить качество обслуживания абонентов телефонной сети;
2. В состав системы распознавания речи входит

- а) подсистема синтеза речевых сообщений абоненту телефонной сети;
- б) набор акустических моделей голосовых команд
- в) рабочее место оператора центра обслуживания вызовов абонентов телефонной сети.

3. Предварительная обработка речевых сигналов включает в себя:

- а) средства подавления помех в речевых сигналах;
- б) средства создания акустических моделей;
- в) сеть акустических моделей.

Раздел 2. Параметры сигнала

1. Каким образом мел-частотные кепстральные коэффициенты учитывают особенности слуха человека

- а) применяется дискретное косинусное преобразование;
- б) частотная шкала преобразуется в мел-шкалу;
- в) тихие звуки не прослушиваются на фоне помех;

2. Синтезирующий фильтр модели формирования речевого сигнала:

- а) подавляет высокочастотные помехи;
- б) отражает работу органов артикуляции;
- в) отражает работу голосовых связок.

3. Почему ширина полосы пропускания «треугольных» фильтров увеличивается с ростом частоты?

- а) учитывается изменение разрешающей способности слуха человека с ростом частоты сигнала;
- б) сокращается число параметров речевых сигналов;
- в) уменьшается количество полосовых фильтров, используемых при формировании мел-частотных кепстральных коэффициентов.

Раздел 3. Предварительная обработка сигналов при распознавании голосовых команд

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.

Раздел 4. Декодер системы распознавания голосовых команд

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.

Раздел 5. Обучение системы распознавания голосовых команд

1. Алгоритм Баума-Уэлча используется:

- а) на стадии распознавания;
- б) на стадии обучения;
- в) на стадии предварительной обработки сигнала.

2. Сеть акустических моделей подавляет:

- а) влияние посторонних звуков, произносимых диктором на точность распознавания речи;
- б) влияние шумовых помех на точность распознавания речи;
- в) влияние канала связи на точность распознавания речи.

3. Трифонные модели сигналов звуков:

- а) учитывают влияние соседних звуков на произнесение центрального звука;
- б) обеспечивают меньшую точность распознавания речи по сравнению с монофонными моделями;
- в) количество монофонных моделей больше по сравнению с числом трифонных моделей.

Раздел 6. Перспективы развития систем распознавания речи

Тема 1. Использование искусственной нейронной сети при распознавании речи.

Понятие об искусственном нейроне и об искусственной нейронной сети
Основные задачи, решаемые нейронной сетью.

Тема 2. Обучение искусственной нейронной сети.

Метод градиентного спуска
Переобучение нейронной сети.

1. Искусственная нейронная сеть, главным образом, используется:

- а) для повышения точности распознавания;
- б) для снижения затрат времени на обучение;
- в) для повышения помехоустойчивости.

2. Переобучение нейронной сети имеет место:

- а) при большом объеме обучающей выборки;
- б) при малом объеме обучающей выборки;
- в) при малой сложности нейронной сети.

3. Метод градиентного спуска:

- а) используется для обучения нейронной сети;
- б) обеспечивает быстрое обучение нейронной сети;
- в) не накладывает никаких ограничений на форму функции активации.

Темы курсовых работ

«Исследование детектора голосовой активности на основе искусственной нейронной сети».

Изменяемые пункты задания: отношение сигнал- шум; выборка звукозаписей голосовых команд, архитектура сети.

Фонд оценочных средств (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. 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]: методические указания к лабораторным работам ВлГУ.	2011		http://dspace.www1.vlsu.ru/bitstream/123456789/3046/1/00623.pdf .

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.iprbooks hop.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.iprbooks hop.ru/69319.html

6.2. 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.

6.3. Интернет ресурсы

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

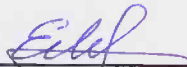
<http://dspace.www1.vlsu.ru>

7. 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.504-3

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3);
- наборы слайдов к лекциям;
- оборудование специализированной лаборатории (504-3, 410-3);
- программные среды: Matlab, Multisim.

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

Рецензент АО "Конструкторское опытное бюро радиоаппаратуры", руководитель проектной группы к.т.н. Кучин С.И. 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ и РС _____

Протокол № 1 от 29.08.22 года

Заведующий кафедрой РТ и РС к.т.н. Корнеева Н.Н. 

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

Протокол № 1 от 30.08.22 года

Председатель комиссии зав. кафедрой РТ и РС к.т.н. Н.Н.Корнеева 

**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 _____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ
в рабочую программу дисциплины
" Устройства приема и обработки сигналов "
образовательной программы направления подготовки 11.04.01 «Радиотехника»
направленность: Радиотехнические и телекоммуникационные системы

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			
3			

Зав. кафедрой _____ / Н.Н.Корнеева