

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



Галкин А. А.

2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ**

**направление подготовки / специальность**

11.03.01 Радиотехника

**направленность (профиль) подготовки**

Электронные цифровые устройства и системы

г. Владимир

Год 2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Подготовка в области знания теоретических основ, обработки сигналов звука и изображения в системах мультимедиа.

Задачи: Формирование практических навыков проектирования систем обработки сигналов звука и изображения, предназначенных для передачи звуковой и видеoinформации по цифровым каналам связи.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Обработка сигналов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные 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	
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1. Знает принципы сбора и обобщения информации. УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности. УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений.	Знает основы схемотехники устройств обработки сигналов; принципы работы функциональных узлов схем, осуществляющих обработку сигналов; Умеет собирать и анализировать данные для расчета устройств обработки сигналов; Владеет навыками компьютерного исследования по электрическим моделям функциональных узлов радиоприемных устройств	Опрос по пройденному теоретическому материалу. Тестовые вопросы.
ПК-3. Способен реализовать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов.	ПК-3.1. Знает принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования. ПК-3.2. Умеет использовать оборудование для диагностирования и устранения неисправностей, возникших при эксплуа -	Знает способы реализации программы экспериментальных исследований устройств обработки сигналов и порядок выбора соответствующих технических средств. Умеет работать со средствами обработки	Лабораторные работы с физическим и виртуальным оборудованием.

	<p>тации сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры.</p> <p>ПК-3.3. Владеет навыками устранения неисправностей, приводящих к возникновению неработоспособного состояния сложных функциональных узлов радиоэлектронной аппаратуры.</p>	<p>результатов исследований.</p> <p>Владеет навыками практической работы с измерительными приборами для исследования аналоговых и цифровых устройств</p>	
--	---	--	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки			
1.	<u>СПЕЦИФИКА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ВИДЕО И ЗВУКА.</u>	5	1-3	2	4		11		
2	<u>СЖАТИЕ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ТЕЛЕФОНИИ</u>	5	4-6	4	8	4	11	Рейтинг-контроль 1	
3.	<u>ВЕКТОРНОЕ КВАНТОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ.</u>	5	7-	2	4	8	4	11	
4	<u>ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ</u>	5	10-12	4	8	12	4	11	Рейтинг-контроль 2
5.	<u>ОСОБЕННОСТИ СЖАТИЯ ВИДЕОДАНЫХ</u>	5	13-15	2	4	8	4	10	
6	<u>ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ЗВУКА И ВИДЕО ПО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМ СЕТЯМ</u>	5	16-18	4	8	8	4	9	Рейтинг-контроль 3

Всего за 5 семестр		1 8	36	36		63	Экзамен (27 час)
Наличие в дисциплине КП, КР							
Итого по дисциплине		1 8	36	36		63	Экзамен (27 час)

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

#### Раздел 1

Тема 1. Искажения, возникающие при АЦП сигналов.

Тема 2. Скорость потока данных звука и видео.

#### Раздел 2.

Тема 1. Сжатие сигналов на основе кодирования их формы.

Тема 2. Сжатие на основе фильтров линейного предсказания.

#### Раздел 3.

Тема 1. Понятие о векторном квантовании.

Тема 2. Кодирование сигнала возбуждения синтезирующего фильтра речевого декодера

#### Раздел 4.

Тема 1. Сжатие звуковых сигналов на основе психоакустической модели слуха.

Тема 2. Синтез сигналов музыкальных звуков.

#### Раздел 5.

Тема 1. Внутрикадровое сжатие видеоданных.

Тема 2. Межкадровое сжатие видеоданных.

#### Раздел 6.

Тема 1. Коммутация каналов. Коммутация пакетов.

Тема 2. Требования, предъявляемые к вычислительным сетям

### Содержание лабораторных работ по дисциплине

#### Раздел 1.

Тема 1. Исследование квантователя с постоянным шагом квантования

#### Раздел 2.

Тема 1. Квантование сигналов с использованием компандирования.

Адаптивное квантование. Разностное квантование.

Тема 2. Исследование LPC кодека. Исследование измерителя основного тона речевого сигнала.

#### Раздел 3.

Тема 2. Исследование CELP речевого кодека.

#### Раздел 5.

Тема 1. Обработка видеосигналов.

### Содержание практических занятий по дисциплине

#### Раздел 1.

Тема 1. Расчет АЦП и определение скорости потоков данных

Раздел 2.

Тема 1. Расчет скорости потоков данных при использовании адаптивных и разностных квантователей.

Тема 2. Расчет скорости потоков данных при использовании фильтров линейного предсказания.

Раздел 3.

Тема 2. Расчет скорости потоков данных при использовании векторного квантования.

Раздел 4.

Тема 1. Расчет скорости потоков данных при использовании сжатия звука по стандарту MPEG.

Раздел 5

Тема 1. Расчет скорости потоков данных при использовании сжатия видео по стандарту MPEG.

## **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. Как на практике используется модель формирования речевого сигнала?
2. В чем заключается специфика данных звука и видео по сравнению с данными текста?
3. За счет каких факторов осуществляется сжатие потока данных звука при разностном квантовании?
4. Как можно определить частоту основного тона речевого сигнала?
5. Почему частотную характеристику синтезирующего фильтра речевого декодера можно описать небольшим количеством коэффициентов?
6. В чем заключается отличие вокализованных звуков от невокализованных?
7. С какой целью перед АЦП устанавливают ФНЧ?
8. Укажите причины искажений сигнала, возникающие при АЦП.

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

1. Почему порядок фильтра предсказания нецелесообразно устанавливать очень большим?
2. В чем заключается преимущество векторного квантования перед скалярным и когда это преимущество становится несущественным?
3. В чем состоит причина большого уровня искажений синтезированного сигнала LPC-кодека?
4. В чем заключается эффект маскировки, свойственный слуху человека?
5. В чем заключается отличие между MPEG- звуковыми кодеками различной степени сложности?

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

1. Когда нецелесообразно использовать синтез музыкальных звуков, и нужно применять их сжатие?
2. В чем заключается механизм внутрикадрового сжатия видео данных?
3. В чем заключается механизм межкадрового сжатия видео данных?
4. С какой целью видеоряд разбивается на группы изображений?
5. Какие требования предъявляются к вычислительным сетям, если требуется передавать данные звука?

## 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

Вопросы к экзамену.

1. Особенности обработки сигналов звука и видео. Необходимость сжатия потоков данных видео и звука. Предмет и задачи курса.
2. Искажения сигналов при АЦП – дискретизация сигналов во времени.
3. Искажения сигналов при АЦП – равномерное квантование по уровню.
4. Компандирование сигналов при квантовании.
5. Адаптивное квантование.
6. Разностное квантование.
7. Основные подходы к сжатию потоков данных звука и видео.
8. Сжатие потоков данных без потерь информации.
9. Сжатие потоков данных речи на основе линейного предсказания – модель формирования речевого сигнала и структура простейшего речевого кодека.
10. Анализирующий фильтр речевого кодека. Влияние формы и длительности временного окна на точность анализа.
11. Синтезирующий фильтр речевого кодека. Измеритель периода основного тона.
12. Кодирование параметров речевого сигнала.
13. Формирование сигнала возбуждения синтезирующего фильтра с использованием «долговременного» анализа.
14. Использование векторного квантования при кодировании речевых сигналов.
15. CELP – кодек речевого сигнала.
16. Сжатие данных звука на основе стандарта MPEG.
17. Частотный и таблично-волновой методы синтеза музыкальных сигналов.
18. Основные форматы звуковых файлов.
19. Сжатие потоков видеоданных на основе стандарта MPEG – общая характеристика MPEG-кодека.
20. MPEG – внутрикадровое сжатие потоков видеоданных.
21. MPEG – межкадровое сжатие потоков видеоданных.
22. Профили и уровни стандарта MPEG-2. Особенности стандарта MPEG-2.
23. Особенности передачи данных видео и звука по вычислительным сетям. Принципы построения вычислительных сетей для передачи данных видео и звука.

## 5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

СРС с лекционными материалами.

Вопросы, структурированные к СРС.

### ТЕМА1 СПЕЦИФИКА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ВИДЕО И ЗВУКА

1. Какие дополнительные требования предъявляются к вычислительным сетям, если помимо данных текста следует передать данные видео?
  - а) сеть должна обеспечить информационную безопасность;

- б) требуется повышенная помехоустойчивость передачи;
- в) требуется намного большая пропускная способность.

2. Почему при передаче данных звука и видео необходимо использовать сжатие потока данных?

- а) передача данных видео и звука требует повышенных мер обеспечения информационной безопасности;
- б) потоки данных видео и звука очень велики;
- в) при сжатии повышается качество передачи данных.

3. В чем проявляется информационная избыточность данных видео?

- а) множество деталей соседних кадров повторяется;
- б) множество деталей кадров не содержат полезную информацию;
- в) очень высокая скорость кадров.

Литература: 6.1, [3] с. 2–4;

#### ТЕМА2. СЖАТИЕ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ТЕЛЕФОНИИ

1. Каким образом модель формирования речевого сигнала позволяет обеспечить сжатие потоков данных речи?

- а) по каналу связи передаются параметры модели, число параметров модели невелико, и они обновляются относительно медленно;
- б) уменьшается количество разрядов чисел, передаваемых по каналу связи;
- в) уменьшается частота дискретизации сигнала.

2. Фильтр линейного предсказания:

- а) подавляет помехи в речевом сигнале;
- б) на основе предыдущих отсчетов сигнала формирует последующий отсчет;
- в) подавляет высокочастотные спектральные компоненты сигнала.

3. Частота основного тона:

- а) равна частоте вибраций голосовых связок;
- б) указывает на максимальную частоту спектра сигнала;
- в) характеризует невокализованный звук.

Литература: 6.1, [3] с. 18–36;

#### ТЕМА3. ВЕКТОРНОЕ КВАНТОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ

1. Векторное квантование позволяет:

- а) совокупность нескольких параметров передать в виде одного числа;
- б) увеличить точность передачи информации;
- в) увеличить скорость передачи данных.

2. Векторное квантование сигнала возбуждения синтезирующего фильтра:

- а) позволяет уменьшить частоту дискретизации речевого сигнала;
- б) позволяет уменьшить степень искажений сигнала возбуждения;
- в) позволяет повысить помехоустойчивость передачи данных.

3. Векторное квантование целесообразно использовать, когда:

- а) квантуемые параметры зависимы друг от друга;
- б) квантуемые параметры не зависимы друг от друга;
- в) число квантуемых параметров невелико.

Литература: 6.1, [3] с. 36–41;

#### ТЕМА 4. СЖАТИЕ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ ДЛЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ

1. Какая особенность человеческого слуха позволяет сжать поток данных речевого сигнала?
  - а) человек не слышит звуки с частотами выше 20кГц;
  - б) эффект маскировки;
  - в) человек не слышит звуки с частотами ниже 20Гц
  
2. Синтез музыкальных звуков по сравнению с их сжатием позволяет:
  - а) повысить качество звучания;
  - б) снизить значительно объем передаваемых данных;
  - в) передать особенности исполнения произведения музыкантом.
  
3. Таблично-волновой синтез по сравнению с частотным синтезом:
  - а) увеличивает качество синтезируемых звуков;
  - б) снижает качество синтезируемых звуков;
  - в) нет правильного ответа.Литература: 6.1, [3] с. 42–45;

#### ТЕМЫ 5 И 6. ОСОБЕННОСТИ СЖАТИЯ ВИДЕОДАННЫХ. ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ЗВУКА И ВИДЕО ПО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМ СЕТЯМ

1. При сжатии видео данных:
  - а) используется избыточная информация, содержащаяся в соседних кадрах;
  - б) требуется обеспечить информационную безопасность при передаче данных;
  - в) скорость передачи данных уменьшается на 20%.
  
2. При внутрикадровом сжатии:
  - а) учитывается особенность человеческого зрения не обращать внимания на малые погрешности в передаче цвета;
  - б) учитывается особенность человеческого зрения не обращать внимания на малые погрешности в передаче мелких деталей;
  - в) учитывается инерционность человеческого зрения.
  
3. Для передачи данных видео по вычислительной сети в первую очередь:
  - а) требуется обеспечить непрерывность передачи;
  - б) требуется обеспечить помехоустойчивость передачи;
  - в) требуется обеспечить защиту информации.Литература: 6.1, [3] с. 49–60;

Фонд оценочных материалов (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	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ



			библиотеке университета	
Основная литература				
1	Афанасьев, А. А. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие для вузов / Афанасьев А. А., Рыболовлев А. А., Рыжков А. П. - Москва: Горячая линия - Телеком, 2019. - 356 с. - ISBN 978-5-9912-0611-2. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]: Режим доступа : по подписке.	2019		<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991206112.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991206112.html</a>
2	Борисова, И. В. Цифровые методы обработки информации: учеб. пособие / Борисова И. В. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. - 139 с. - ISBN 978-5-7782-2448-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. Режим доступа: по подписке.	2017		<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778224483.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778224483.html</a>
3	Левин Е. К. Обработка сигналов звука и изображений в системах связи: конспект лекций по дисциплине «Обработка сигналов» для студентов ВлГУ, обучающихся по направлениям 11.03.01 «Радиотехника»	2018		<a href="http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/7065">http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/7065</a>
Дополнительная литература				
1	Исследование устройств приема и обработки сигналов: метод. указания к лабораторным работам/ Е.К.Левин; Владим. гос. ун-т.-Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007.-60 с	2007		<a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/1195">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/1195</a>
2	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.	2011		<a href="http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/3046">http://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/3046</a>
3	В. Ф. Кравченко Цифровая обработка сигналов и изображений в	2007		<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108713.htm">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108713.htm</a>

	радиофизических приложениях [Электронный ресурс] / В. Ф. Кравченко - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007, 544 с. - ISBN 978-5-9221-0871			
4	Головин О.В. Устройства генерирования, формирования, приема и обработки сигналов [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Головин О.В. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012, 783 с., ISBN 978-5-9912-0196-4.-	2012		<a href="http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/3046">http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/3046</a>

## 6.2. Периодические издания

### Отечественные журналы:

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

## 6.3. Интернет ресурсы

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

<http://e.lib.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.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.

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

Рецензент

«Владимирское КБ Радиосвязи», Генеральный директор Богданов А.Е. 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ и РС

Протокол № 1 от 30.08.21 года

Заведующий кафедрой Никитин О. Р. 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.01 Радиотехника

Протокол № 1 от 1.09.21 года

Председатель комиссии Никитин О. Р., заведующий кафедрой 