

Л. Г. Лишин, О. Б. Попов

# **Запись цифровых аудио- и видеосигналов**

*Рекомендовано УМО по образованию в области  
Инфокоммуникационных технологий и систем связи  
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных  
заведений, обучающихся по направлению подготовки  
210700 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»  
квалификации (степени) «бакалавр» и «магистр»*

**Москва  
Горячая линия - Телеком  
2013**

УДК 681.84.086  
ББК 32.871  
Л67

Рецензенты: доктор техн. наук, профессор Волков А.А.; доктор техн. наук профессор В. Н. Безруков

**Лишин Л. Г., Попов О. Б.**

Л67 Запись цифровых аудио- и видеосигналов. Учебное пособие. – М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 178 с.: ил.

**ISBN 978-5-9912-0330-2**

Систематизирована обширная информация в области современных способов записи аудио- и видеoinформации, ее накопления, хранения и преобразования в различных форматах. Представлены сведения по истории развития, принципам работы, параметрам и характеристикам различных систем записи и архивирования информации. Приведены примеры практической реализации систем записи и хранения аудио- и видеосигналов.

Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 210700 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» квалификации (степени) «бакалавр» и квалификации (степени) «магистр», может быть полезно для студентов вузов и колледжей, обучающихся по специальностям связи и информатики, а также для специалистов эксплуатационных служб радиосвязи, радиовещания и телевидения.

*Адрес издательства в Интернет WWW.TECHBOOK.RU*

Учебное издание

**Лишин** Лаврентий Георгиевич, **Попов** Олег Борисович

**Запись цифровых аудио- и видеосигналов**

Учебное пособие.

Редактор Ю. Н. Чернышов  
Компьютерная верстка Ю. Н. Чернышова  
Обложка художника О. Г. Карповой

Подписано в печать 17.11.2012. Формат 60×88/16. Уч. изд. л.11,25. Тираж 500 экз.  
(1 завод 100 экз)

ISBN 978-5-9912-0330-2

© Л. Г. Лишин, О. Б. Попов, 2013  
© Издательство «Горячая линия–Телеком», 2013

## Введение

Одно из важных явлений, произошедших в стране в последние годы, — широкое развитие информационных технологий, которые охватывают буквально все стороны жизни человека. Дома, в дороге, на рабочих местах, буквально повсюду вас сопровождает информация. Она передаётся по радио, телевидению, по мобильным телефонам. Чтобы обеспечить передачу огромного потока информации, человечество переходит на новейшие способы её накопления и распространения. Сейчас трудно себе представить, что всего 50 лет назад единственным носителем звуковой информации были грампластинки, а о записи изображения можно было только мечтать. Вспомним, что русский историк Н.М. Карамзин так оценивал роль книгопечатания в прошлом: «История ума представляет две главные эпохи: изобретение букв и типографии, всё другое было следствием». Прошло не так много времени, и новые информационные технологии сметают с полок и книги, и буквы, рождая новое поколение человечества. Оно мало читает, но хорошо знает назначение клавиш на мобильных телефонах и компьютерах и уже предпочитает объёмные изображения. Эта книга посвящена способам цифровой записи звуковой информации и видеоинформации, их накопления, хранения и попыткам преобразования в какой-то новый вид, более приспособленный к требованиям современности.

# 1 Способы записи аудио- и видеосигналов

## 1.1. Основы механической звукозаписи

В 1887 году американский изобретатель Эдисон изобрёл фонограф, и этот год считается началом звукозаписи, хотя, как ни странно, более сложный видеосигнал был записан братьями Люмьер раньше, с использованием фотозаписи.

Механическая звукозапись основана на вырезании (выдавливании или литье) в материале носителя записи канавки с помощью записывающего устройства — рекордера. При воспроизведении по канавке движется игла воспроизводящего устройства — звукоснимателя [1–4].

В процессе развития механической записи были предложены

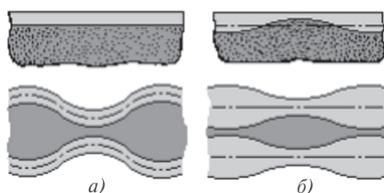


Рис. 1.1. Вид модулированной канавки при поперечной (а) и глубинной (б) записи. Вверху — разрез по оси канавки, внизу — вид сверху

два основных способа модуляции канавки: поперечный, при котором резец колеблется влево-вправо от нейтрального положения и канавка постоянной ширины приобретает извивы (рис. 1.1,а), и глубинный, при котором резец смещается вверх-вниз от нейтрального положения, вырезая канавку переменной глубины и ширины (рис. 1.1,б).

Все предварительные операции по записи и монтажу фонограммы ведут с помощью магнитной записи. Окончательно смонтированную магнитную фонограмму переводят в механическую на станке механической записи (рис. 1.2). Он имеет массивный диск (планшайбу) 1, вращаемый двигателем 2. Рекордер 4 с помощью механизма 3 перемещается в радиальном направлении. Носитель записи 5 (медный или лаковый диск) прочно закрепляется на планшайбе. Алмазный резец рекордера постепенно перемещается в радиальном направлении от края диска к центру. В отсутствие сигнала получается канавка без извилин, немодулированная.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	3
<b>1. Способы записи аудио- и видеосигналов .....</b>	<b>4</b>
1.1. Основы механической звукозаписи .....	4
1.2. Особенности механической записи стереосигналов ....	5
1.3. Основы фотографической звукозаписи .....	6
1.4. Основы магнитной аналоговой записи .....	8
1.5. Общие сведения о цифровой записи звука .....	11
1.6. Основы магнитной цифровой записи .....	14
1.7. Основы лазерной звукозаписи на компакт-диск .....	15
1.8. Супераудиокомпакт-диск SACD .....	16
1.9. Основы магнитооптической записи .....	19
1.10. Запись на флэш-память .....	20
<b>2. Общее представление о преобразовании аналоговых звуковых и телевизионных сигналов в цифровые ....</b>	<b>28</b>
2.1. Информация, информационные технологии .....	28
2.2. Дискретизация сигналов и возникновение искажений	31
2.3. ИКМ преобразование звуковых сигналов .....	34
2.4. Корректирующее и канальное кодирование при записи звукового сигнала .....	38
2.5. Дискретизация и квантование изображений и телевизионных сигналов .....	43
2.6. Цифровое представление полного телевизионного сигнала .....	48
2.7. Цифровое представление видеоданных в компьютерных системах .....	49
<b>3. Проблемы сжатия цифровой информации .....</b>	<b>51</b>
3.1. Задача сжатия цифровой информации и пути её решения .....	51
3.2. Количество информации .....	53
3.3. Кодирование с переменной длиной кодовых слов ....	54
3.4. Кодирование серий .....	56
3.5. Кодирование с предсказанием .....	57
3.6. Основы сжатия с частичной потерей информации ....	59

3.7. Компрессия на базе Wavelet-преобразования .....	61
3.8. Описание стандартов компрессии MPEG-1, MPEG-2, MPEG-7 .....	64
3.9. Описание стандарта MPEG-4.....	75
3.10. Взаимодействие систем в стандарте MPEG-4 .....	79
3.11. Кодирование видео и звука в MPEG-4 .....	81
3.12. Новые стандарты компрессии AVC/H.264, VC1, DIRAC	82
<b>4. Проблемы распространения и интерфейсы для передачи информации .....</b>	<b>91</b>
4.1. Основные понятия .....	92
4.2. Межсимвольные искажения скремблирование и перемежение .....	94
4.3. Типы интерфейсов и их особенности.....	98
4.4. Интерфейсы для цифровых телевизионных сигналов.	99
4.5. Интерфейсы для передачи транспортного потока.....	105
4.6. Интерфейсы для сигналов и звукового сопровождения телевизионного сигнала.....	106
4.7. Принципы помехоустойчивого кодирования при передаче цифровых сигналов.....	107
<b>5. Проблемы записи цифровой информации. Устройство современных цифровых видеомагнитофонов .....</b>	<b>110</b>
5.1. История цифровой магнитной видеозаписи .....	110
5.2. Физика процесса записи-воспроизведения цифровых сигналов .....	116
5.3. Проблемы цифровой высокоплотной магнитной записи.....	122
5.4. Канал записи и повышение достоверности воспроизводимой информации.....	125
<b>6. Запись информации на дисковые носители .....</b>	<b>130</b>
6.1. Преимущества записи цифровой информации на дисковые носители.....	130
6.2. Оптические диски для записи цифровой информации	130
6.3. Магнито-оптические диски для записи высокоскоростной цифровой информации .....	134
6.3.1. Оптический Blu-Ray Disc.....	134
6.3.2. Флуоресцентный диск FMD-ROM (Fluorescent Multilayer Disk) .....	135
6.3.3. Оптические диски компании Ricoh емкостью 200 Гбайт .....	137
6.3.4. Китайский диск DVD-стандарта.....	138

6.4. Жёсткие диски для записи высокоскоростной цифровой информации .....	138
6.5. Вопросы использования голографических дисков ....	139
6.6. Диски фирмы Tapestry .....	141
6.7. Голографический диск компании Maxcell .....	143
<b>7. Запись цифровой информации на неподвижные носители .....</b>	<b>144</b>
7.1. Физические основы работы флэш-памяти .....	144
7.2. Логика работы ячеек флэш-памяти .....	145
7.3. Многоуровневые ячейки флэш-памяти .....	147
7.3.1. Технология многоуровневой ячейки .....	147
7.3.2. Доступ к информации в флэш-памяти .....	150
7.4. Запись на твёрдотельную карту P2 .....	151
7.5. Racetrack memory — новая память фирмы IBM .....	152
<b>8. Хранение звуковых, телевизионных и кино архивов ..</b>	<b>155</b>
8.1. Проблемы сохранения звуковых и телевизионных архивов .....	155
8.2. Безленточные технологии и архивирование .....	160
8.3. Метаданные — от первичных до расширенных .....	161
8.4. Проблемы поиска и сохранения контента .....	163
8.4.1. Файловая структура карты памяти P2 .....	164
8.4.2. Запись MXF-файлов на P2-карту .....	165
8.4.3. Работа с MXF-файлами и метаданными .....	166
8.4.4. Программное обеспечение библиотеки P2 desktop manager .....	167
Список терминов и сокращений .....	168
Литература .....	174