

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СВЯЗИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ  
И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ

«К защите»  
Заведующий кафедрой «КГ и Д»  
доц. Нуралиев Ф.М.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2013 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

ТЕМА: Кодирование и декодирование аудио с помощью  
foobar2000

Выпускница	_____	<u>Болтабоева Г.</u>
	(подпись)	(Фамилия)
Руководитель	_____	<u>Садыкова Н.</u>
	(подпись)	(Фамилия)
Рецензент	_____	<u>Тўхтаназаров М.</u>
	(подпись)	(Фамилия)
Консультант по БЖД	_____	<u>Қодиров Ф.</u>
	(подпись)	(Фамилия)

Ташкент 2013 г.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СВЯЗИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ И  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕСПУБЛИКИ  
УЗБЕКИСТАН  
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Факультет Телевизионных технологий, кафедры «Компьютерная графика и дизайн»  
Направление (специальность) 5525700-«Технология звука записи»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Зав кафедрой Нуралиев Ф.М.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2013 г.

**ЗАДАНИЕ**

на выпускную квалификационную работу

**Болтабоева Гулмира Одилжоновна**

(фамилия, имя, отчество)

1. Тема работы: Кодирование и декодирование аудио с помощью foobar2000
2. Утверждена приказом по университету от «4».02.2013 П№109
3. Срок сдачи законченной работы: 28.05.2013 г.
4. Исходные данные к работе: Программа foobar2000, Операционная система Windows 7
5. Содержание расчётно – пояснительной записи (перечень подлежащих разработке вопросов): Введение, 1.Анализ принципы кодирование и декодирование звука, 2. Анализ применение foobar2000 в практике, 4.Безопасность жизнедеятельности, 3. Конвертация. Кодирование и декодирование с помощью foobar2000.
6. Перечень графического материала: \_\_презентация
7. Дата выдачи задания: 05.02.2013 г.

Руководитель: Садыкова Н.

Ф.И.О.

(подпись)

Задание приняла Болтабаева Г.

(подпись)

## 8. Консультант по отдельным разделам выпускной работы

Раздел	Ф.И.О Руководителя	Подпись дата	
		Задание выдал	Задание получил
1. Введение	Садыкова Н.	05.02.13	05.02.13
2. Анализ принципов кодирования и декодирования звука	Садыкова Н.	21.02.13	21.02.13
3. Анализ применение foobar2000 в практике	Садыкова Н.	15.03.13	15.03.13
4. Конвертация. Кодирование и декодирование с помощью foobar2000	Садыкова Н.	06.04.13	06.04.13
5. БЖД	Кодиров Ф.	11.05.13.	11.05.13.
6. Заключение	Садыкова Н.	21.05.13	21.05.13

## 9. График выполнения работы

№	Наименование раздела работы	Срок выполнения	Отметка руководителя выполнении
1.	Введение	05.03.13-20.02.13	
2.	Анализ принципов кодирования и декодирования звука	21.02.13-15.03.13	
3.	Анализ применение foobar2000 в практике	15.03.13-05.04.13	
4.	Конвертация. Кодирование и декодирование с помощью foobar2000	06.04.13-10.05.13	
5.	БЖД	11.05.13-18.05.13	
6.	Заключение	21.05.13-27.05.13	

Выпускница \_\_\_\_\_  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2013 г.

Руководитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2013 г.

В данной выпускной квалификационной работе было изучено программа foobar2000 которая работает над аудио информацией и ее возможности и интерфейс. Кроме того было рассмотрено процессы кодирование и декодирование с помощью этой программы.

Битирув малакавий ишида аудио маълумотларга ишлов берувчи foobar2000 дастур хақида, унинг интерфейси, имкониятларини ўрганиб чиқилди. Ҳамда шу дастур ёрдамида кодлаш ва декодлашни амалга ошириш кўриб чиқилди.

During the research work interface of the program Foobar 2000 which works on audio information and its all functions were observed. Also, with the help of this program it was observed to code and decode processes.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
ГЛАВА 1. ПРИНЦИПЫ КОДИРОВАНИЯ И ДЕКОДИРОВАНИЯ ЗВУКА	
1.1. Кодирование звуковой информации .....	7
1.2. Кодирование оцифрованного звука перед его записью на носитель .....	8
1.2.1. Сжатие звука без потерь и с потерями .....	9
1.3. Декодирование звуковой информации .....	14
1.3.1. Декодирование звука с учётом ReplayGain .....	16
1.4. Аналого-цифровой преобразователь .....	18
1.5. Цифро-аналоговый преобразователь .....	25
Выводы по первой главе .....	30
ГЛАВА 2. АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЕ FOOBAR2000 В ПРАКТИКЕ	
2.1. Описание интерфейса пользователя .....	31
2.2. Преимущества и недостатки программный аудио – проигрывателя foobar2000 .....	36
Выводы по второй главе .....	38
ГЛАВА 3. КОНВЕРТАЦИЯ. КОДИРОВАНИЕ И ДЕКОДИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ FOOBAR2000	
3.1. Принцип работы аудио проигрывателя foobar2000 .....	39
3.2. Принципы настройки конвертера foobar2000 .....	42
3.3. Кодирование в AAC .....	53
3.4. Декодирование аудио с помощью foobar2000 .....	56
Выводы по третьей главе .....	60
ГЛАВА 4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
4.1. Влияние метеорологических условий производственной среды на организм человека .....	61
4.2. Пожарная безопасность .....	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	78
ЛИТЕРАТУРА .....	79

## ВВЕДЕНИЕ

Для дальнейшего развития телерадиовещания приняты ряд постановлений кабинетом министров, Олий Мажлисом и Президентом нашей страны. Мероприятия по исполнению Постановления Президента Республики Узбекистан №ПП-1088 «О мерах по дальнейшему повышению эффективности использования высокотехнологичного телерадиооборудования в системе Национальной телерадиокомпании Узбекистана» от 1 апреля 2009 года. Которым предусмотрены меры по организации производства качественной телерадиопродукции на основе современных медиатехнологий и улучшению системы подготовки и переподготовки телевизионных инженерно-технических кадров, с 2009/2010 учебного года в Ташкентском университете информационных технологий будет открыт факультет «Телевизионные технологии» для подготовки телеоператоров, инженеров по спецосвещению, видеомонтажу, компьютерной графике и звукозаписи.

Целью данной выпускной квалификационной работе являются Кодирование и декодирование с помощью foobar2000.

В этом теме изучается анализ принципы кодирование и декодирование звука, анализ применение foobar2000 в практике, кодирование и декодирование с помощью foobar2000.

Поскольку вся информация, которую обрабатывает компьютер, должна быть представлена двоичным кодом с помощью двух цифр 0 и 1. Эти два символа принято называть двоичными цифрами или битами. С помощью двух цифр 0 и 1 можно закодировать любое сообщение. Это явилось причиной того, что в компьютере обязательно должно быть организовано два важных процесса: кодирование и декодирование[1].

Выпускная квалификационная работа состоит из 4 разделов, введения, заключения, 38 – рисунков. Список литературы содержит 17 наименований.

# ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПРИНЦИПЫ КОДИРОВАНИЕ И ДЕКОДИРОВАНИЕ ЗВУКА

## 1.1. Кодирование звуковой информации

Звук – волна с непрерывно изменяющейся амплитудой и частотой. Чем больше амплитуда, тем он громче для человека, чем больше частота, тем выше тон.

В основе кодирования звука с использованием ПК лежит процесс преобразования колебаний воздуха в колебания электрического тока и последующая дискретизация аналогового электрического сигнала. Кодирование и воспроизведение звуковой информации осуществляется с помощью специальных программ (редактор звукозаписи). Качество воспроизведения закодированного звука зависит от частоты дискретизации и её разрешения (глубины кодирования звука - количество уровней)

### Аналоговый и дискретный способ кодирования

Человек способен воспринимать и хранить информацию в форме образов (зрительных, звуковых, осязательных, вкусовых и обонятельных). Зрительные образы могут быть сохранены в виде изображений (рисунков, фотографий и так далее), а звуковые - зафиксированы на пластинках, магнитных лентах, лазерных дисках и так далее[2].

Информация, в том числе графическая и звуковая, может быть представлена в аналоговой или дискретной форме. При аналоговом представлении физическая величина принимает бесконечное множество значений, причем ее значения изменяются непрерывно. При дискретном представлении физическая величина принимает конечное множество значений, причем ее величина изменяется скачкообразно.

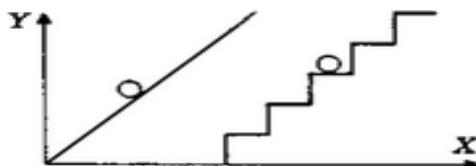


Рис. 1. Аналоговое и дискретное кодирование

Примером аналогового представления графической информации может служить, например, живописное полотно, цвет которого изменяется непрерывно, а дискретного – изображение, напечатанное с помощью струйного принтера и состоящее из отдельных точек разного цвета. Примером аналогового хранения звуковой информации является виниловая пластинка (звуковая дорожка изменяет свою форму непрерывно), а дискретного – аудио компакт-диск (звуковая дорожка которого содержит участки с различной отражающей способностью).

Звук представляет собой звуковую волну с непрерывно меняющейся амплитудой и частотой.

Чем больше амплитуда сигнала, тем он громче для человека, чем больше частота сигнала, тем выше тон.

Преобразование графической и звуковой информации из аналоговой формы в дискретную производится путем дискретизации, то есть разбиения непрерывного графического изображения и непрерывного (аналогового) звукового сигнала на отдельные элементы. В процессе дискретизации производится кодирование, то есть присвоение каждому элементу конкретного значения в форме кода.

**Дискретизация** – это преобразование непрерывных изображений и звука в набор дискретных значений в форме кодов.

## **1.2. Кодирование оцифрованного звука перед его записью на носитель**

Для хранения цифрового звука существует много различных способов. Оцифрованный звук является собой набор значений амплитуды сигнала, взятых через определенные промежутки времени.

- Блок оцифрованной аудио информации можно записать в файл без изменений, то есть последовательностью чисел - значений амплитуды. В этом случае существуют два способа хранения информации.

- Первый - PCM (Pulse Code Modulation - импульсно-кодовая модуляция) - способ цифрового кодирования сигнала при помощи записи абсолютных значений амплитуд. (В таком виде записаны данные на всех аудио CD.)
- Второй - ADPCM (Adaptive Delta PCM - адаптивная относительная импульсно-кодовая модуляция) – запись значений сигнала не в абсолютных, а в относительных изменениях амплитуд (приращениях).
- Можно сжать данные так, чтобы они занимали меньший объем памяти, нежели в исходном состоянии. Тут тоже есть два способа.
  - Кодирование данных без потерь (lossless coding) - способ кодирования аудио, который позволяет осуществлять стопроцентное восстановление данных из сжатого потока. К нему прибегают в тех случаях, когда сохранение оригинального качества данных особо значимо[3].

### 1.2.1. Сжатие звука без потерь и с потерями

Звук является простой волной, а оцифрованный звук — цифровое представление этой волны. Это достигается запоминанием уровня аналогового сигнала множество раз в течение одной секунды. Например, в обыкновенном CD сигнал запоминается 44100 раз за секунду. Так как CD работает со стерео, мы запоминаем сигнал для левой и правой колонки параллельно. Для каждого замера используются 16-битовые числа. Поэтому нетрудно посчитать, что одна секунда звучания занимает  $2*2*44100=176400$  байт.

**Сжатие звука без потерь** — совокупность преобразований, позволяющая эффективно сжимать звуковые данные с возможностью их полного восстановления. Как и любое сжатие без потерь, сжатие звуковых

данных эксплуатирует какую-либо особенность данных. В данном случае это:

- Невысокая производная: другими словами, значения соседних сэмплов мало отличаются.
- Невысокая вторая производная: значения соседних трёх сэмплов близки к линейной функции.
- Близость левого и правого каналов: уровни сигнала в левой и в правой колонке, как правило, близки.

Преобразование координат  $(L, R) \rightarrow (X, Y)$

Первым шагом в сжатии будет представление каналов аудио  $L$  и  $R$  более эффективным образом, представив их некими числами  $X$ ,  $Y$  согласно следующему алгоритму:

$$X=(L + R)/2$$

$$Y=L - R$$

Для дробных чисел это преобразование не теряет информации и является эквивалентным оригинальному. Для целых же  $(L+R)/2$  теряет 0,5 при конверсии в integer, когда  $L$  и  $R$  имеют разную чётность, но, проверив чётность  $L - R$ , легко восполняем эти 0,5.

Кодирование. Алгоритм Райса

Идея сжатия аудио заключается в представлении чисел, соответствующих потоку минимально возможным образом, убрав предварительно любую корреляцию данных. После этого можно записывать поток закодированных данных на диск. Одним из самых эффективных способов является кодирование Райса.

Меньшие числа предпочтительней тем, что их представление в бинарном представлении короче. Например, необходимо закодировать следующий ряд:

Базис по основанию 10: 10, 14, 15, 46

Или тот же ряд в бинарном виде

Базис по основанию 2: 1010, 1110, 1111, 101110

Теперь если требуется представить этот в виде строки, где для каждого числа зарезервировано 32 бита (диапазон всех возможных значений), то это будет неэффективно, поскольку понадобится 128 бит. Однако существует более эффективный метод. Наилучшим решением было бы просто записать бинарные числа 1010, 1110, 1111, 101110 без запятых, получив ряд вида 101011101111101110. Проблема в том, что после нет возможности узнать границы каждого числа. В качестве решения подобной задачи, как правило, используется алгоритм Райса.

Кодирование Райса — это способ представить маленькие числа одной строкой, сохраняя способность их различать.

Кодирование данных с потерями (lossy coding). Здесь цель - добиться схожести звучания восстановленного сигнала с оригиналом при как можно меньшем размере сжатого файла. Методов сжатия, а также программ, реализующих эти методы, существует много. Наиболее известными являются MPEG-1 Layer I,II,III (последним является всем известный MP3), MPEG-2 AAC (advanced audio coding), Ogg Vorbis, Windows Media Audio (WMA), TwinVQ (VQF), MPEGPlus, TAC, и прочие. В среднем, коэффициент сжатия, обеспечиваемый такими кодерами, находится в пределах 10-14 (раз). В основе всех lossy-кодеров лежит использование так называемой психоакустической модели. Она занимается этим самым «упрощением» оригинального сигнала. Сжатие (компрессия) аудиоданных представляет собой процесс уменьшения скорости цифрового потока за счет сокращения статистической и психоакустической избыточности цифрового звукового сигнала.

Методы сокращения статистической избыточности аудиоданных также называют сжатием без потерь, а, соответственно, методы сокращения психоакустической избыточности - сжатием с потерями.

### **Сжатие звука с потерями**

Сжатие аудиоданных с потерями основывается на несовершенстве человеческого слуха при восприятии звуковой информации. Неспособность

человека в определенных случаях различать тихие звуки в присутствии более громких, называемая эффектом маскировки, была использована в алгоритмах сокращения психоакустической избыточности. Эффекты слухового маскирования зависят от спектральных и временных характеристик маскируемого и маскирующего сигналов и могут быть разделены на две основные группы:

- частотное (одновременное) маскирование
- временное (неодновременное) маскирование

Эффект маскирования в частотной области связан с тем, что в присутствии больших звуковых амплитуд человеческое ухо нечувствительно к малым амплитудам близких частот. То есть, когда два сигнала одновременно находятся в ограниченной частотной области, то более слабый сигнал становится неслышимым на фоне более сильного.

Маскирование во временной области характеризует динамические свойства слуха, показывая изменение во времени относительного порога слышимости (порог слышимости одного сигнала в присутствии другого), когда маскирующий и маскируемый сигналы звучат не одновременно.

Структура кодера сжатия аудиоданных с потерями.

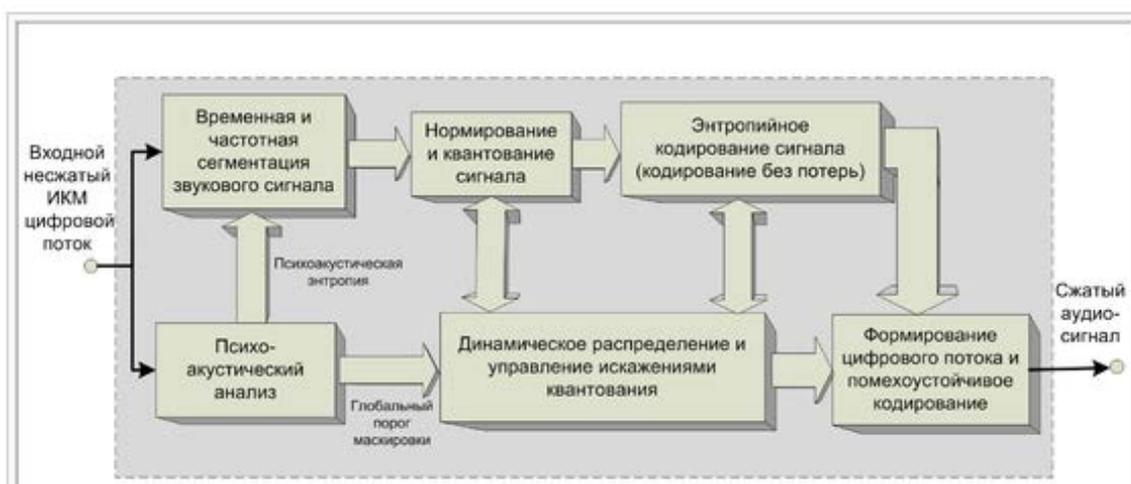


Рис 2. Обобщенная структура кодера звукового сигнала с компрессией цифровых аудиоданных

- Исходный цифровой звуковой сигнал разделяется на частотные поддиапазоны и сегментируется по времени в блоке временной и частотной сегментации.

- Длина кодируемой выборки зависит от формы временной функции звукового сигнала. При отсутствии резких выбросов по амплитуде используется так называемая длинная выборка, обеспечивающая высокое разрешение по частоте. В случае же резких изменений амплитуды сигнала длина кодируемой выборки резко уменьшается, что дает более высокое разрешение по времени.

- После сегментации сигналы частотных поддиапазонов нормируются, квантуются и кодируются. В наиболее эффективных алгоритмах компрессии кодированию подвергаются не сами отсчеты выборки звукового сигнала, а соответствующие им коэффициенты МДКП[4].

#### Субъективная оценка качества

Для сжатых аудиоданных существует субъективная оценка качества, оцениваемая как процент людей, почувствовавших разницу с оригиналом.

Соответствие битрейта кодека MP3 в режиме стерео и процента людей заметивших разницу с оригиналом

Приблизительное количество людей, услышавших разницу между оригинальной и сжатой записями, %	Битрейт сжатой записи, кбит/сек
0...1	320
5...30	256
30...40	192
40...70	128

Рис. 3. Субъективная оценка качества

Следует учесть тот факт, что качество получившегося материала зависит от характера сжимаемых данных, от жанра, наличия фона, помех. После сжатия, например MP3, на средних битрейтах, слушатели отмечают оловянность перкуSSIONНЫХ. А на голосе сжатие (даже сильное) отражается мало.

### 1.3. ДЕКОДИРОВАНИЕ ЗВУКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Структурная схема декодера приведена на рис. 1.3. Входные данные поступают на блок распаковки потока данных (РпПД), в котором по синхрословам выделяются отдельные кадры, поступающие затем на блок декодирования и деквантования (КодГ-1 и КвГ-1).

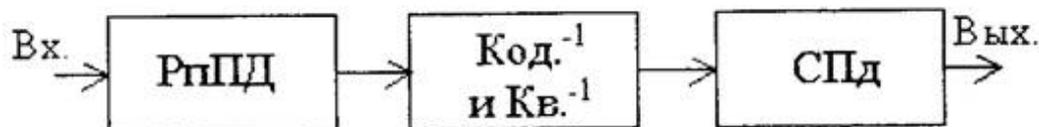


Рис 4. Структурная схема декодера звука MPEG – 2

Данные, содержащиеся в кадре, декодируются в соответствии с порядком их следования и таблицами кодов, которые содержатся в программе работы декодера. Декодированные данные о распределении битов и о масштабных множителях используются для декодирования и деквантования звуковых данных.

После деквантования на уровнях Layer I и Layer II отсчеты сигналов поддиапазонов умножаются на соответствующие масштабные множители. На уровне Layer III выполняется обратное МДКП.

После декодирования и деквантования отсчеты сигналов всех поддиапазонов объединяются в выходной цифровой звуковой сигнал, или несколько сигналов, если звук многоканальный.

Аппаратные и программные реализации декодера значительно проще, чем реализации кодера, так как в декодере не требуется психоакустическая модель.

Так декодирование стереофонического звука, сжатого с применением уровня Layer III, производится в реальном времени программными средствами на обычном ПК, в то время как для выполнения соответствующего кодирования необходимо сначала записать звуковой

сигнал в несжатом виде в файл, а затем осуществить сжатие, что занимает существенно большее время, чем воспроизведение.

В устройствах записи звука обычно используется комбинация из двух или трех помехоустойчивых кодов. Для лучшей защиты от пакетных ошибок также применяется перемежение. Канальное кодирование служит для согласования цифровых сигналов с параметрами канала передачи (записи/воспроизведения).

К полезному сигналу добавляются вспомогательные данные, которые облегчают последующее декодирование. Это могут быть сигналы временного кода, служебные сигналы, сигналы синхронизации. В устройствах воспроизведения цифровых сигналов канальный декодер выделяет из общего потока данных тактовые сигналы и преобразует поступивший канальный сигнал в цифровой поток данных. После коррекции ошибок сигнал поступает в ЦАП[5].

Параметры, влияющие на качество звука при его прохождении по полному циклу

Основными параметрами, влияющими на качество звука при этом являются:

- Разрядность АЦП и ЦАП.
- Частота дискретизации АЦП и ЦАП.
- Джиттер АЦП и ЦАП
- Передискретизация

Также немаловажными остаются параметры аналогового тракта цифровых устройств кодирования и декодирования:

- Отношение сигнал/шум
- Коэффициент нелинейных искажений
- Интермодуляционные искажения
- Неравномерность амплитудно-частотной характеристики
- Динамический диапазон

### 1.3.1. Декодирование звука с учётом ReplayGain

Технологию ReplayGain (выравнивание громкости звуковых файлов) придумали ещё в 2001 году, и с тех пор стало можно слушать музыку в режиме shuffle, не насилуя постоянно регулятор громкости. Особенно это актуально для радиостанции, где резким перепадом можно доставить дискомфорт большому количеству ушей.

Технологию эту почти поддерживают почти все проигрыватели, и всё бы хорошо, но вот с юниксовыми утилитами, как выяснилось, есть проблемы. В частности, проблемы у них возникают с вытаскиванием информации из файлов в формате MP3. Это не удивительно: есть примерно десяток вариантов записи тэгов в эти файлы, попробуй разберись.

У нас на tmradio раньше использовался ices, в который я лично добавлял поддержку ReplayGain. Но он давно не поддерживается и вместо него рекомендуют использовать ezstream, к которому подключаются внешние декодеры, с которыми он общается через потоки ввода-вывода. Это действительно логично и удобно, только вот декодер осталось выбрать, а их тоже довольно много:

LAME. Единственный вариант для кодирования потока в MP3, причём умеет и декодировать файлы, поэтому кажется самым логичным вариантом. Не поддерживает ReplayGain при декодировании, хотя умеет его считать.

SOX. Умеет почти всё, что можно придумать, но для работы с тэгами MP3 файлов использует библиотеку libmp3tag (из набора mad), которая поддерживает только самые базовые тэги: artist, title, genre, year итд. Зато спокойно справляется со всеми остальными форматами.

madplay. Его рекомендуют где-то в документации к ezstream. Он поддерживает ReplayGain, но в какой-то своей собственной интерпретации, снижая громкость на фиксированные 6dB. Объяснение этому даётся, но довольно мутное, зато результат вполне чёткий: MP3 файлы звучат сильно тише других.

mpg321. Не поддерживает ReplayGain.

mpg123. Поддерживает ReplayGain, причём и RVA, и REPLAYGAIN\_XXX.

В итоге мы используем mpg123 для декодирования MP3 файлов и sox для всех остальных. Настройка кодеков в ezstream выглядит так:

```
<encdec>
  <format>MP3</format>
  <match>.mp3</match>
  <decode>mpg123 --rva-radio --stereo --rate 44100 --stdout "@T@"</decode>
  <encode>lame --preset cbr 128 -r -s 44.1 --bitwidth 16 -</encode>
</encdec>
<encdec>
  <format>VORBIS</format>
  <match>.ogg</match>
  <decode>sox --replay-gain track "@T@" -r 44100 -c 2 -t raw -e signed-integer -</decode>
  <encode>oggenc -r -B 16 -C 2 -R 44100 --raw-endianness 0 -q 1.5 -t "@M@" -</encode>
</encdec>
```

#### Таблично-волновой синтез

Метод таблично-волнового (Wave-Table) синтеза лучше соответствует современному уровню развития техники. Если говорить упрощенно, то можно сказать, что где-то в заранее подготовленных таблицах хранятся образцы звуков для множества различных музыкальных инструментов (хотя не только для них)[6].

В технике такие образцы называют семплами. Числовые коды выражают тип инструмента, номер его модели, высоту тона, продолжительность и интенсивность звука, динамику его изменения, некоторые параметры среды, в которой происходит звучание, а также прочие параметры, характеризующие особенности звука. Поскольку в качестве образцов используются «реальные» звуки, то качество звука, полученного в результате синтеза, получается очень высоким и приближается к качеству звучания реальных музыкальных инструментов.

## 1.4. Аналого-цифровой преобразователь

Аналого-цифровой преобразователь (АЦП, англ. Analog-to-digital converter, ADC) — устройство, преобразующее входной аналоговый сигнал в дискретный код (цифровой сигнал). Обратное преобразование осуществляется при помощи ЦАП (цифро-аналогового преобразователя, DAC).



Рис. 5. Четырёхканальный аналого-цифровой преобразователь

Как правило, АЦП — электронное устройство, преобразующее напряжение в двоичный цифровой код. Тем не менее, некоторые неэлектронные устройства с цифровым выходом, следует также относить к АЦП, например, некоторые типы преобразователей угол-код. Простейшим одноразрядным двоичным АЦП является компаратор.

Итальянский математик Фибоначчи сформулировал задачу наименьшего числа гирь целочисленного веса для взвешивания грузов наибольшего диапазона на рычажных весах, которая стала известна под названием задача о гирях (задача Баше — Менделеева). Фибоначчи пришёл к выводу, что, при взвешивании с разрешением класть гири только на одну чашу весов, наименьшее число гирь получается при выборе весов гирь из ряда 1, 2, 4, 8, 16, ... (степени 2), что соответствует весам разрядов в двоичной системе счисления, при взвешивании с разрешением класть гири на обе чаши весов, наименьшее число гирь получается при выборе весов гирь из ряда 1, 3, 9, 27, 81, ... (степени 3, последовательность A000244 в OEIS) что соответствует весам разрядов в троичных системах счисления.

## Разрешение

Разрешение АЦП — минимальное изменение величины аналогового сигнала, которое может быть преобразовано данным АЦП — связано с его разрядностью. В случае единичного измерения без учёта шумов разрешение напрямую определяется разрядностью АЦП.

Разрядность АЦП характеризует количество дискретных значений, которые преобразователь может выдать на выходе. В двоичных АЦП измеряется в битах, в троичных АЦП измеряется в тритах. Например, двоичный 8-ми разрядный АЦП, способен выдать 256 дискретных значений (0...255), поскольку  $2^8 = 256$ , троичный 8-ми разрядный АЦП, способен выдать 6561 дискретное значение, поскольку  $3^8 = 6561$ .

Разрешение по напряжению равно разности напряжений, соответствующих максимальному и минимальному выходному коду, делённой на количество выходных дискретных значений.

На практике разрешение АЦП ограничено отношением сигнал/шум входного сигнала. При большой интенсивности шумов на входе АЦП различение соседних уровней входного сигнала становится невозможным, то есть ухудшается разрешение. При этом реально достижимое разрешение описывается эффективной разрядностью (effective number of bits, ENOB), которая меньше, чем реальная разрядность АЦП. При преобразовании сильно зашумлённого сигнала младшие разряды выходного кода практически бесполезны, так как содержат шум. Для достижения заявленной разрядности отношение С/Ш входного сигнала должно быть примерно 6 дБ на каждый бит разрядности (6 дБ соответствует четырёхкратному изменению уровня сигнала).

## Типы преобразования

По способу применяемых алгоритмов АЦП делят на:

- Последовательные прямого перебора
- Последовательного приближения
- Последовательные с сигма-дельта-модуляцией

- Параллельные одноступенчатые
- Параллельные двух- и более ступенчатые (конвейерные)

Передаточная характеристика АЦП — зависимость числового эквивалента выходного двоичного кода от величины входного аналогового сигнала. Говорят о линейных и нелинейных АЦП. Такое деление условное. Обе передаточные характеристики — ступенчатые. Но для «линейных» АЦП всегда возможно провести такую прямую линию, чтобы все точки передаточной характеристики, соответствующие входным значениям  $\delta \cdot 2^k$  (где  $\delta$  — шаг дискретизации,  $k$  лежит в диапазоне  $0..N$ , где  $N$  — разрядность АЦП) были от неё равноудалены.

Имеется несколько источников погрешности АЦП. Ошибки квантования и (считая, что АЦП должен быть линейным) нелинейности присущи любому аналого-цифровому преобразованию. Кроме того, существуют так называемые апертурные ошибки, которые являются следствием джиттера (англ. jitter) тактового генератора, они проявляются при преобразовании сигнала в целом (а не одного отсчёта).

Эти ошибки измеряются в единицах, называемых МЗР — младший значащий разряд. В приведённом выше примере 8-битного двоичного АЦП ошибка в 1 МЗР составляет  $1/256$  от полного диапазона сигнала, то есть 0,4 %, в 5-тритном троичном АЦП ошибка в 1 МЗР составляет  $1/243$  от полного диапазона сигнала, то есть 0,412 %, в 8-тритном троичном АЦП ошибка в 1 МЗР составляет  $1/6561$ , то есть 0,015 %.

#### Ошибки квантования

Ошибки квантования являются следствием ограниченного разрешения АЦП. Этот недостаток не может быть устранён ни при каком типе аналого-цифрового преобразования. Абсолютная величина ошибки квантования при каждом отсчёте находится в пределах от нуля до половины МЗР.

Как правило, амплитуда входного сигнала много больше, чем МЗР. В этом случае ошибка квантования не коррелирована с сигналом и имеет равномерное распределение. Её среднеквадратическое значение совпадает с

среднеквадратичным отклонением распределения, которое равно  $\frac{1}{\sqrt{12}} LSB \approx 0.289$  LSB. В случае 8-битного АЦП это составит 0,113 % от полного диапазона сигнала.

#### Частота дискретизации

Аналоговый сигнал является непрерывной функцией времени, в АЦП он преобразуется в последовательность цифровых значений. Следовательно, необходимо определить частоту выборки цифровых значений из аналогового сигнала. Частота, с которой производятся цифровые значения, получила название частота дискретизации АЦП.

Непрерывно меняющийся сигнал с ограниченной спектральной полосой подвергается оцифровке (то есть значения сигнала измеряются через интервал времени  $T$  — период дискретизации) и исходный сигнал может быть точно восстановлен из дискретных во времени значений путём интерполяции. Точность восстановления ограничена ошибкой квантования. Однако в соответствии с теоремой Котельникова — Шеннона точное восстановление возможно только если частота дискретизации выше, чем удвоенная максимальная частота в спектре сигнала.

Поскольку реальные АЦП не могут произвести аналого-цифровое преобразование мгновенно, входное аналоговое значение должно удерживаться постоянным по крайней мере от начала до конца процесса преобразования (этот интервал времени называют время преобразования). Эта задача решается путём использования специальной схемы на входе АЦП — устройства выборки-хранения (УВХ). УВХ, как правило, хранит входное напряжение на конденсаторе, который соединён со входом через аналоговый ключ: при замыкании ключа происходит выборка входного сигнала (конденсатор заряжается до входного напряжения), при размыкании — хранение. Многие АЦП, выполненные в виде интегральных микросхем содержат встроенное УВХ.

#### Передискретизация

Как правило, сигналы оцифровываются с минимально необходимой частотой дискретизации из соображений экономии, при этом шум квантования является белым, то есть его спектральная плотность мощности равномерно распределена во всей полосе. Если же оцифровать сигнал с частотой дискретизации, гораздо большей, чем по теореме Котельникова — Шеннона, а затем подвергнуть цифровой фильтрации для подавления спектра вне частотной полосы исходного сигнала, то отношение сигнал/шум, будет лучше, чем при использовании всей полосы. Таким образом можно достичь эффективного разрешения большего, чем разрядность АЦП.

Передискретизация также может быть использована для смягчения требований к крутизне перехода от полосы пропускания к полосе подавления антиалиасингового фильтра. Для этого сигнал оцифровывают, например, на вдвое большей частоте, затем производят цифровую фильтрацию, подавляя частотные компоненты вне полосы исходного сигнала, и, наконец, понижают частоту дискретизации путём децимации.

#### Типы АЦП

Ниже перечислены основные способы построения электронных АЦП:

- АЦП прямого преобразования:
  - Параллельные АЦП прямого преобразования, полностью параллельные АЦП, содержат по одному компаратору на каждый дискретный уровень входного сигнала. В любой момент времени только компараторы, соответствующие уровням ниже уровня входного сигнала, выдают на своём выходе сигнал превышения. Сигналы со всех компараторов поступают либо прямо в параллельный регистр, тогда обработка кода осуществляется программно, либо на аппаратный логический шифратор, аппаратно генерирующий нужный цифровой код в зависимости от кода на входе шифратора. Данные с шифратора фиксируются в параллельном регистре. Частота дискретизации параллельных АЦП, в общем случае, зависит от аппаратных характеристик аналоговых и

логических элементов, а также от требуемой частоты выборки значений.

- АЦП прямого преобразования:
  - Параллельные АЦП прямого преобразования — самые быстрые, но обычно имеют разрешение не более 8 бит, так как влекут за собой большие аппаратные затраты ( $2^n - 1 = 2^8 - 1 = 255$  компараторов). АЦП этого типа имеют очень большой размер кристалла микросхемы, высокую входную ёмкость, и могут выдавать кратковременные ошибки на выходе. Часто используются для видео или других высокочастотных сигналов, а также широко применяются в промышленности для отслеживания быстро изменяющихся процессов в реальном времени.
- Конвейерная работа АЦП, применяется в параллельно-последовательных АЦП прямого преобразования, в отличие от обычного режима работы параллельно-последовательных АЦП прямого преобразования, в котором данные передаются после полного преобразования, при конвейерной работе данные частичных преобразований передаются по мере готовности до окончания полного преобразования.
- АЦП последовательного приближения или АЦП с поразрядным уравниванием содержит компаратор, вспомогательный ЦАП и регистр последовательного приближения. АЦП преобразует аналоговый сигнал в цифровой за  $N$  шагов, где  $N$  — разрядность АЦП. На каждом шаге определяется по одному биту искомого цифрового значения, начиная от СЗР и заканчивая МЗР. Последовательность действий по определению очередного бита заключается в следующем.
- АЦП дифференциального кодирования (англ. delta-encoded ADC) содержат реверсивный счётчик, код с которого поступает на вспомогательный ЦАП. Входной сигнал и сигнал со вспомогательного ЦАП сравниваются на компараторе. Благодаря отрицательной обратной связи с компаратора на счётчик код на счётчике постоянно меняется так, чтобы

сигнал со вспомогательного ЦАП как можно меньше отличался от входного сигнала.

- АЦП сравнения с пилообразным сигналом (некоторые АЦП этого типа называют Интегрирующие АЦП, также к ним относятся АЦП последовательного счета) содержат генератор пилообразного напряжения (в АЦП последовательного счета генератор ступенчатого напряжения, состоящий из счетчика и ЦАП), компаратор и счётчик времени.

- АЦП с уравниванием заряда (к ним относятся АЦП с двухстадийным интегрированием, АЦП с многостадийным интегрированием и некоторые другие) содержат генератор стабильного тока, компаратор, интегратор тока, тактовый генератор и счётчик импульсов. Преобразование происходит в два этапа (двухстадийное интегрирование). На первом этапе значение входного напряжения преобразуется в ток (пропорциональный входному напряжению), который подаётся на интегратор тока, заряд которого изначально равен нулю. Это является следствием двухстадийности процесса: погрешности, введённые на первом и втором этапах, взаимно вычитаются. Не предъявляются жёсткие требования даже к долговременной стабильности тактового генератора и напряжению смещения компаратора: эти параметры должны быть стабильны лишь кратковременно, то есть в течение каждого преобразования (не более  $2T_N$ ). Типичная разрядность АЦП этого типа составляет от 10 до 18 двоичных разрядов. Дополнительным достоинством является возможность построения преобразователей, нечувствительных к периодическим помехам (например, помеха от сетевого питания) благодаря точному интегрированию входного сигнала за фиксированный временной интервал. Недостатком данного типа АЦП является низкая скорость преобразования. АЦП с уравниванием заряда используются в измерительных приборах высокой точности.

АЦП встроены в большую часть современной звукозаписывающей аппаратуры, поскольку обработка звука делается, как правило, на компьютерах; даже при использовании аналоговой записи АЦП необходим

для перевода сигнала в РСМ-поток, который будет записан на компакт-диск[7].

Современные АЦП, используемые в звукозаписи, могут работать на частотах дискретизации до 192 кГц. Можно сказать, что звуковой аналоговый сигнал не содержит столько информации, сколько может быть сохранено в цифровом сигнале при такой высокой частоте дискретизации, и зачастую для Hi-Fi-аудиотехники используется частота дискретизации 44,1 кГц (стандартная для компакт-дисков) или 48 кГц (типична для представления звука в компьютерах). Однако широкая полоса упрощает и удешевляет реализацию антиалиасинговых фильтров, позволяя делать их с меньшим числом звеньев или с меньшей крутизной в полосе заграждения, что положительно сказывается на фазовой характеристике фильтра в полосе пропускания. Аналого-цифровые преобразователи для звукозаписи имеют широкий диапазон цен — от 100 до 10 тыс. долл. и выше за двухканальный АЦП.

### 1.5. Цифро-аналоговый преобразователь

Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) — устройство для преобразования цифрового (обычно двоичного) кода в аналоговый сигнал (ток, напряжение или заряд). Цифро-аналоговые преобразователи являются интерфейсом между дискретным цифровым миром и аналоговыми сигналами.



Рис 6. Цифро-аналоговый преобразователь

Звуковой ЦАП обычно получает на вход цифровой сигнал в импульсно-кодовой модуляции (англ. PCM, pulse-code modulation). Задача преобразования различных сжатых форматов в PCM выполняется соответствующими кодеками.

ЦАП применяется всегда, когда надо преобразовать сигнал из цифрового представления в аналоговое, например, в проигрывателях компакт-дисков (Audio CD).

Наиболее общие типы электронных ЦАП:

- Широтно-импульсный модулятор — простейший тип ЦАП. Стабильный источник тока или напряжения периодически включается на время, пропорциональное преобразуемому цифровому коду, далее полученная импульсная последовательность фильтруется аналоговым фильтром нижних частот. Такой способ часто используется для управления скоростью электромоторов, а также становится популярным в Hi-Fi-аудиотехнике;

- ЦАП передискретизации, такие как дельта-сигма-ЦАП, основаны на изменяемой плотности импульсов. Передискретизация позволяет использовать ЦАП с меньшей разрядностью для достижения большей разрядности итогового преобразования; часто дельта-сигма ЦАП строится на основе простейшего однобитного ЦАП, который является практически линейным. На ЦАП малой разрядности поступает импульсный сигнал с модулированной плотностью импульсов (с постоянной длительностью импульса, но с изменяемой скважностью), создаваемый с использованием отрицательной обратной связи. Отрицательная обратная связь выступает в роли фильтра верхних частот для шума квантования.

Большинство ЦАП большой разрядности (более 16 бит) построены на этом принципе вследствие его высокой линейности и низкой стоимости. Быстродействие дельта-сигма ЦАП достигает сотни тысяч отсчетов в секунду, разрядность — до 24 бит. Для генерации сигнала с модулированной плотностью импульсов может быть использован простой дельта-сигма

модулятор первого порядка или более высокого порядка как MASH (англ. Multi stage noise SHaping). С увеличением частоты передискретизации смягчаются требования, предъявляемые к выходному фильтру низких частот и улучшается подавление шума квантования;

- ЦАП взвешивающего типа, в котором каждому биту преобразуемого двоичного кода соответствует резистор или источник тока, подключенный на общую точку суммирования. Сила тока источника (проводимость резистора) пропорциональна весу бита, которому он соответствует. Таким образом, все ненулевые биты кода суммируются с весом. Взвешивающий метод один из самых быстрых, но ему свойственна низкая точность из-за необходимости наличия набора множества различных прецизионных источников или резисторов и непостоянного импеданса. По этой причине взвешивающие ЦАП имеют разрядность не более восьми бит;

ЦАП находятся в начале аналогового тракта любой системы, поэтому параметры ЦАП во многом определяют параметры всей системы в целом. Далее перечислены наиболее важные характеристики ЦАП.

- Разрядность — количество различных уровней выходного сигнала, которые ЦАП может воспроизвести. Обычно задается в битах; количество бит есть логарифм по основанию 2 от количества уровней. Например, однобитный ЦАП способен воспроизвести два (2<sup>1</sup>) уровня, а восьмибитный — 256 (2<sup>8</sup>) уровней. Разрядность тесно связана с эффективной разрядностью (англ. ENOB, Effective Number of Bits), которая показывает реальное разрешение, достижимое на данном ЦАП.

- Максимальная частота дискретизации — максимальная частота, на которой ЦАП может работать, выдавая на выходе корректный результат. В соответствии с теоремой Найквиста — Шеннона (известной также как теорема Котельникова), для корректного воспроизведения аналогового сигнала из цифровой формы необходимо, чтобы частота дискретизации была не менее, чем удвоенная максимальная частота в спектре сигнала. Например, для воспроизведения всего слышимого человеком звукового диапазона

частот, спектр которого простирается до 20 кГц, необходимо, чтобы звуковой сигнал был дискретизован с частотой не менее 40 кГц. Стандарт Audio CD устанавливает частоту дискретизации звукового сигнала 44,1 кГц; для воспроизведения данного сигнала понадобится ЦАП, способный работать на этой частоте. В дешевых компьютерных звуковых картах частота дискретизации составляет 48 кГц. Сигналы, дискретизованные на других частотах, подвергаются передискретизации до 48 кГц, что частично ухудшает качество сигнала.

- THD+N (суммарные гармонические искажения + шум) — мера искажений и шума вносимых в сигнал ЦАПом. Выражается в процентах мощности гармоник и шума в выходном сигнале. Важный параметр при малосигнальных применениях ЦАП.

- Динамический диапазон — соотношение наибольшего и наименьшего сигналов, которые может воспроизвести ЦАП, выражается в децибелах. Данный параметр связан с разрядностью и шумовым порогом.

- Частотные характеристики:

- SNDR (отношение сигнал/шум+искажения) — характеризует в децибелах отношение мощности выходного сигнала к суммарной мощности шума и гармонических искажений;

- HD<sub>i</sub> (коэффициент *i*-й гармоники) — характеризует отношение *i*-й гармоники к основной гармонике;

Аудиокодек

Аудиокодек (англ. Audio codec; аудио кодер/декодер) — компьютерная программа или аппаратное средство, предназначенное для кодирования или декодирования аудиоданных.

Аппаратный кодек

Аудиокодек на аппаратном уровне обозначает отдельную микросхему, которая кодирует и декодирует аналоговый звуковой сигнал в цифровой сигнал и наоборот при помощи аналогово-цифрового и цифро-аналогового преобразователей. Цифро-аналоговая конвертация происходит, когда

компьютер посылает звук на внешние динамики, а аналого-цифровая конвертация происходит, когда звук подаётся на компьютер извне.

Аудиокодек является основной, но не всегда единственной составной частью звуковой карты. Он является промежуточным звеном, интерфейсом между аналоговыми портами приёма и передачи звука и блоками цифровой обработки звука.

В массовых встроенных в материнские платы звуковых картах аудиокодек фактически представляет собой всю звуковую карту: он преобразовывает аналоговый сигнал, получаемый с разъёмов, в цифровой, и передаёт его на южный мост материнской платы, откуда цифровой звук попадает на центральный процессор. Чип звукового кодека обычно имеет площадь около 7 мм<sup>2</sup> и, в случае интегрированной звуковой карты, обычно располагается близко к задней панели материнской платы. Основными производителями аппаратных звуковых кодеков являются компании Realtek, VIA Technologies, C-Media, Intel и Analog Devices.

#### Программный кодек

Аудиокодек на программном уровне является специализированной компьютерной программой, кодеком, который сжимает (производит компрессию) или разжимает (производит декомпрессию) цифровые звуковые данные в соответствии с файловым звуковым форматом или потоковым звуковым форматом. Задача аудиокодека как компрессора заключается в предоставлении аудиосигнала с заданным качеством/точностью и минимально возможным размером. Благодаря сжатию уменьшается объём пространства, требуемого для хранения аудиоданных, а также возможно снизить полосу пропускания канала, по которому передаются аудиоданные. Большинство аудиокодеков осуществлены как программные библиотеки, которые взаимодействуют с одним или несколькими аудиоплеерами, такими как Foobar2000, QuickTime Player, XMMS, Winamp, VLC media player, KMPlayer или Windows Media Player[8].

## **Выводы по первой главе**

Звук – волна с непрерывно изменяющейся амплитудой и частотой. Чем больше амплитуда, тем он громче для человека, чем больше частота, тем выше тон.

Кодирование – преобразование входной информации в форму, воспринимаемую компьютером, то есть двоичный код. Декодирование – преобразование данных из двоичного кода в форму, понятную человеку.

Звук является простой волной, а оцифрованный звук — цифровое представление этой волны. Это достигается запоминанием уровня аналогового сигнала множество раз в течение одной секунды.

Совокупность преобразований, позволяющая эффективно сжимать звуковые данные с возможностью их полного восстановления. Как и любое сжатие без потерь, сжатие звуковых данных эксплуатирует какую-либо особенность данных.

Сжатие аудиоданных с потерями основывается на несовершенстве человеческого слуха при восприятии звуковой информации.

## ГЛАВА 2. АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ FOOBAR2000 В ПРАКТИКЕ

### 2.1. Описание интерфейса пользователя

Во время первого запуска Foobar2000 предлагает настроить интерфейс в три клика: общий вид (Main Layout), вид плейлиста (Playlist Layout) и расцветка (Colors). Впрочем, если что-то в дизайне плеера нас не устроит, мы можем изменить оболочку с помощью расширений, о чем будет рассказано ниже.

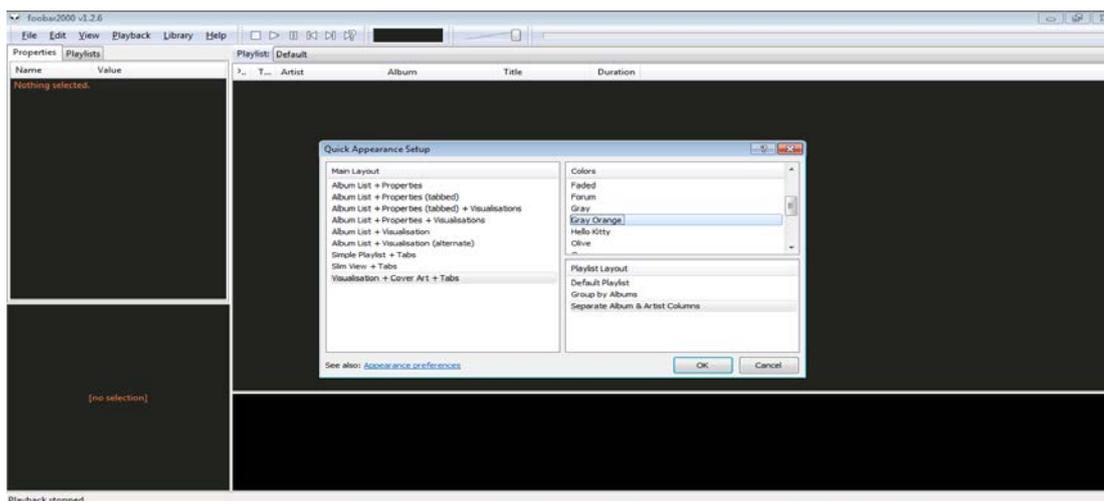


Рис 7. Быстрая настройка интерфейса

Внешний вид Foobar сложно сравнить с каким-либо другим плеером — здесь нет скинов в привычном понимании. Он состоит из панелей (toolbars), которые поддаются гибкой настройке. Включить/отключить определенную панель можно в контекстном меню в главном окне программы, раздел «Toolbars». Изначально панели не закреплены, и их можно перетащить в любой другой регион, а затем зафиксировать опцией «Lock the toolbars».

Колонки в плейлисте также можно модифицировать по вкусу, через контекстное меню на заголовках колонок в плейлисте. В зависимости от выбранного оформления Foobar2000 список плейлистов отображается в боковой панели либо в выпадающем списке.

Наконец, контекстное меню унифицируется следующим образом: зайти в настройки («File → Preferences»), раздел «Display | Context Menu» и отметить желаемые пункты меню.

## Медиатека

Когда мы хотим добавить всю музыкальную коллекцию в проигрыватель. Для этого существует Media Library. По сути, это ядро плеера, чем мы будем освоиться, тем удобнее и быстрее будете находить исполнителя, альбом, песню. В меню нужно выбрать «Library | Configure» и, нажав «Add...», указать расположение всех директорий с музыкой на компьютере.

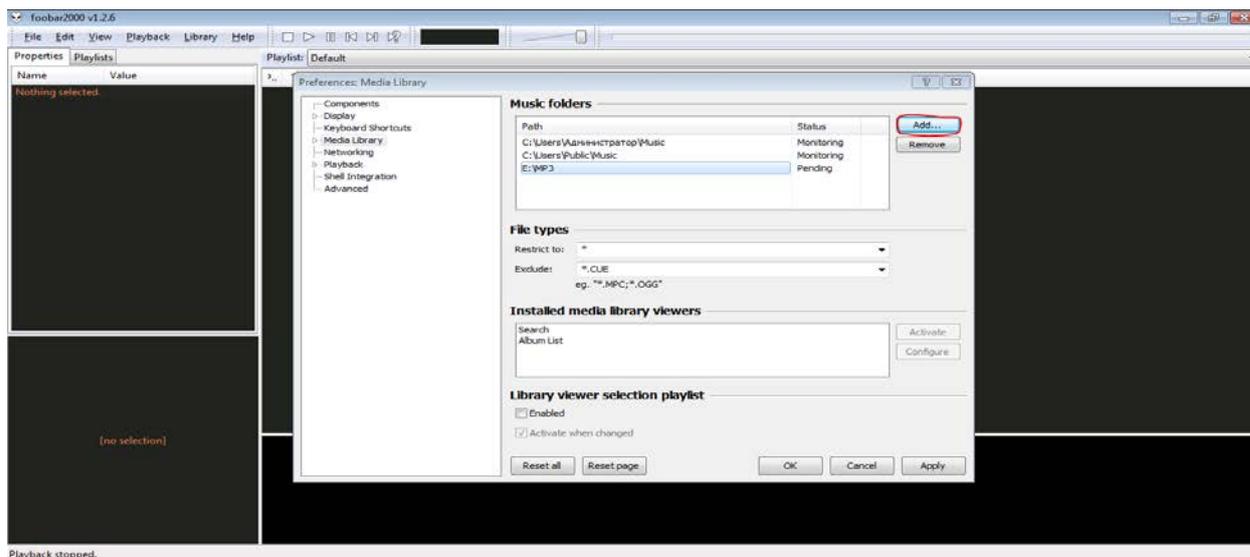


Рис. 8. Настройка Media Library

После сканирования («Initializing») установится статус «Monitoring». Он указывает на то, что все изменения будут регулярно отслеживаться: вдруг вы решите пополнить или уменьшить свою коллекцию.

После создания музыкальной базы добавим плейлист — «File | New playlist». И далее — либо добавить музыку из медиа-библиотеки, либо, по старинке, сделать drag & drop из файлового менеджера. Колонки плейлиста удобно сортировать по заголовкам. В меню доступны команды «Remove duplicates» и «Remove dead items» — удаление дубликатов/«мертвых» элементов (удаленных с жесткого диска или поменявших расположение

файлов) в списке. Что весьма полезно, если вы имеете дело с многочасовыми плейлистами.

Отметим настройку «Library Viewer Selection Playlist». Если ее активировать, в списке плейлистов в главном окне Foobar2000 появится еще один — Library Viewer Selection. Попробуем задействовать поиск по библиотеке (для этого нажимаем на «Search» в «Installed media library viewers → Activate»): в режиме реального времени искомое будет отображаться в плейлисте, в том числе и при закрытии окна поиска. Поддерживается язык запросов.

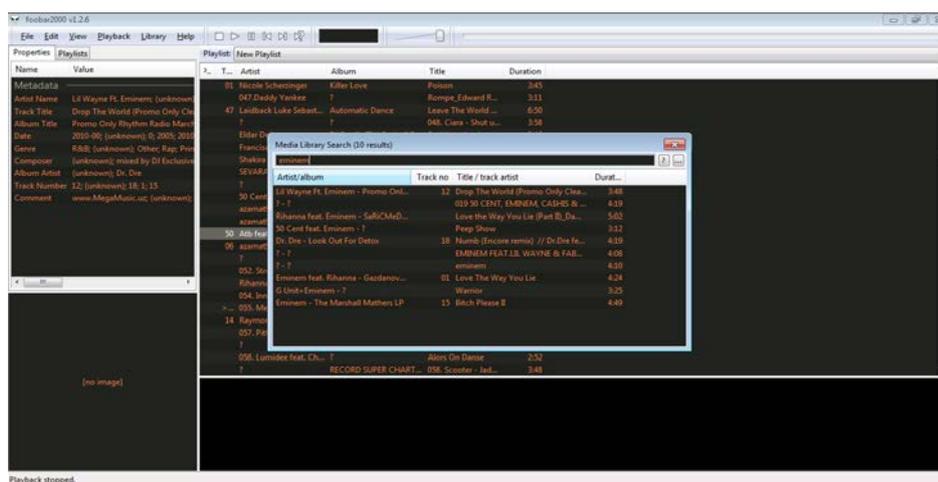


Рис. 9. Поиск по медиатеке

Теги также помогают навести порядок, и Foobar2000 о них не умалчивает. Распознаются форматы ID3v1/ID3v2 и APE. Теги разрешается менять как отдельно к композиции, так и массово, пункт «Properties» в контекстном меню. С помощью шаблонов файлов можно заполнить данные автоматически: «Tools → Automatically fill values...». Как альтернатива — сервис freedb.

## Display

Default User Interface — интерфейс Foobar2000 по умолчанию. Вместе с ним пользуются популярностью Columns UI и Panels UI, которые устанавливаются как расширения и доступны из меню Display.

Так или иначе, любой интерфейс позволяет широко настроить отображение — от панелей до цветов и шрифтов.

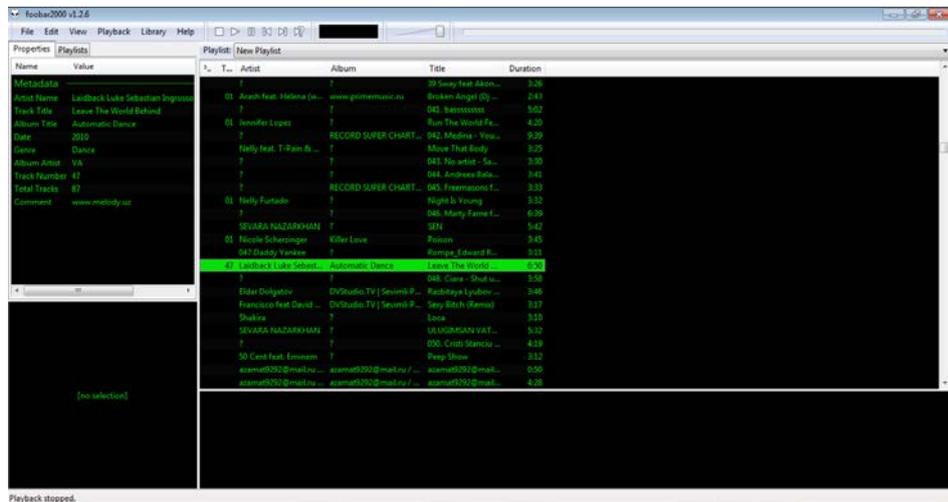


Рис. 10. Компонент Columns UI в действии

## Keyboard Shortcuts

В списке команд уже есть назначенные для команд сочетания клавиш, добавить новые можно кнопкой «Add New», выбрав действие («Action») и нажав желаемое сочетание клавиш в поле «Key».

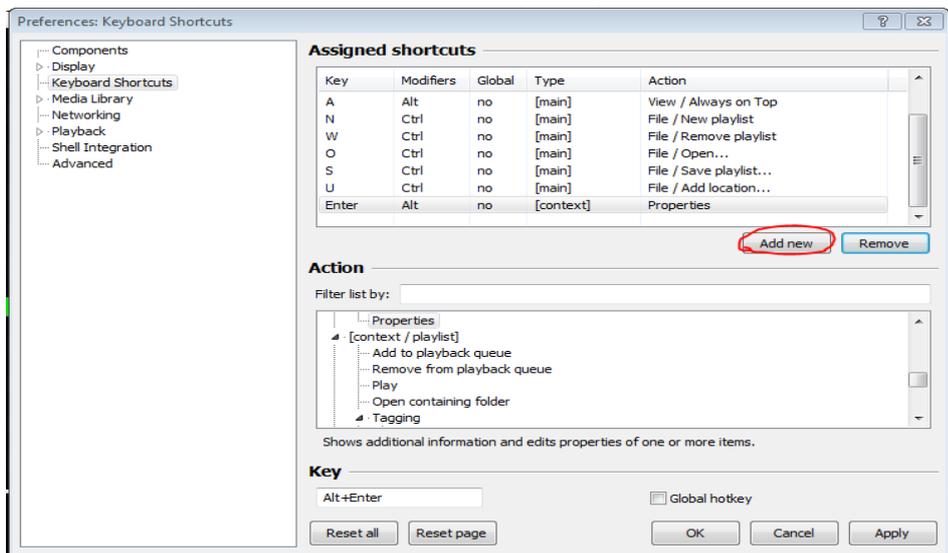


Рис 11. Keyboard Shortcuts

## DSP Manager

DSP (англ. Digital signal processing) — цифровая обработка сигналов. Одним из известных обработчиков, присутствующим в практически любом программном плеере, является эквалайзер. Для его активации в Foobar2000 нужно перенести Equalizer стрелкой из списка Available DSPs в Active DSPs.

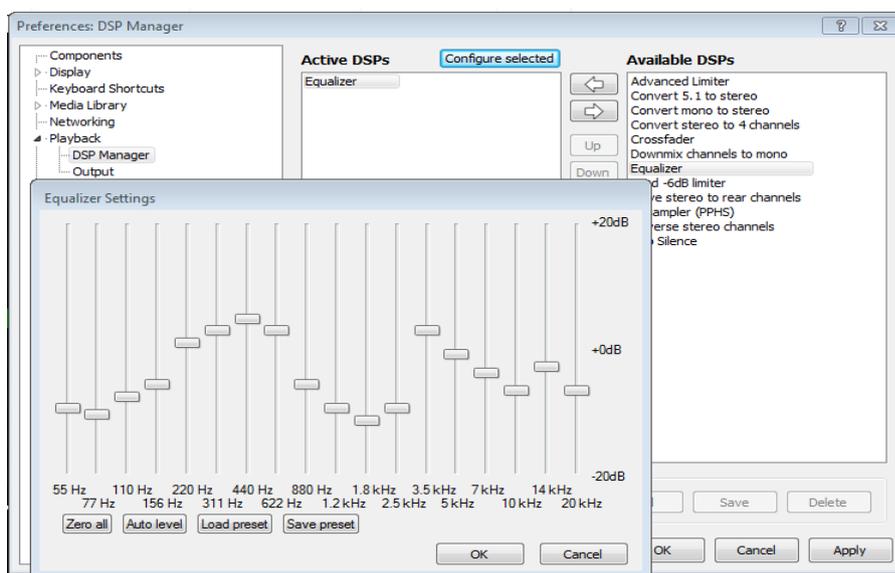


Рис. 12. Эквалайзер в Foobar2000

Из других DSP можно отметить «Resampler» для преобразования частоты дискретизации звука, «Convert mono to stereo» и «Reverse stereo channels». С помощью расширений доступны и другие виды преобразований.

Этот ресемплер способен загрузить процессор на 50%, не говоря уже о других DSP. Также считается, что для звука нежелательны любые преобразователи, в том числе эквалайзер. Поэтому, в Foobar2000 эквалайзер, в отличие от Winamp или AIMP, не вынесен на видное место, а «припрятан» — как неосновная функция. И еще многие интерфейсы и настройки существует[9].

### Output

Настройки вывода звука на физическое устройство. Для стандартной конфигурации (встроенная звуковая карта, бюджетная акустика) настройки менять нет необходимости, но когда хорошая звуковая карта, можно поменять настройки и изменить стандартный вывод DirectSound (DS: первичный звуковой драйвер). Рекомендуется установить расширение для вывода звука более «прямым» путем, минуя микшер Windows — например, через ASIO, WASAPI или Kernel Streaming.

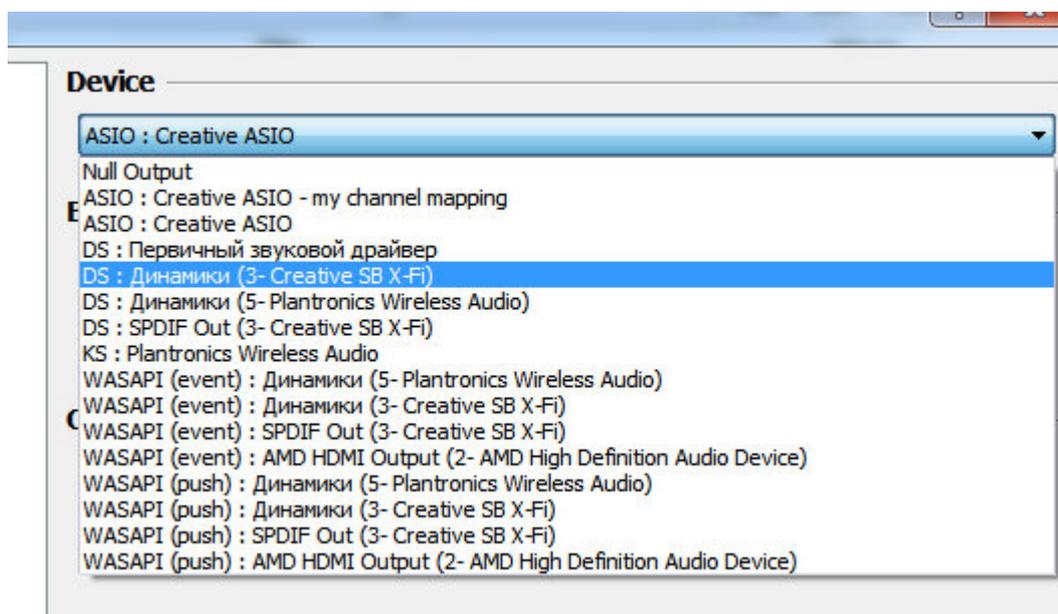


Рис. 13. Output — настройки вывода звука

## 2.2. Преимущества и недостатки . Программный аудио – проигрыватель foobar2000

Есть многие возможности программы foobar2000 и есть многие преимущества, например Интерфейс музыкального плеера Foobar2000 содержит только то, что необходимо для управления прослушиванием музыки. Главным преимуществом интерфейса программы Foobar2000 можно назвать возможность развернуть главное окно программы на весь экран. Это позволит удобно работать с библиотекой музыкальных файлов. И работать с горячих клавишей позволяет пользоваться программой предельно удобно и просто. Низкие системные требования, быстрота работы, идеальное звучание с большими возможностями его настройки и корректировки. Плавное воспроизведение аудио файлов это позволят программу применить во многих профессиях, например диджейских работах и в радио тоже можно применить.

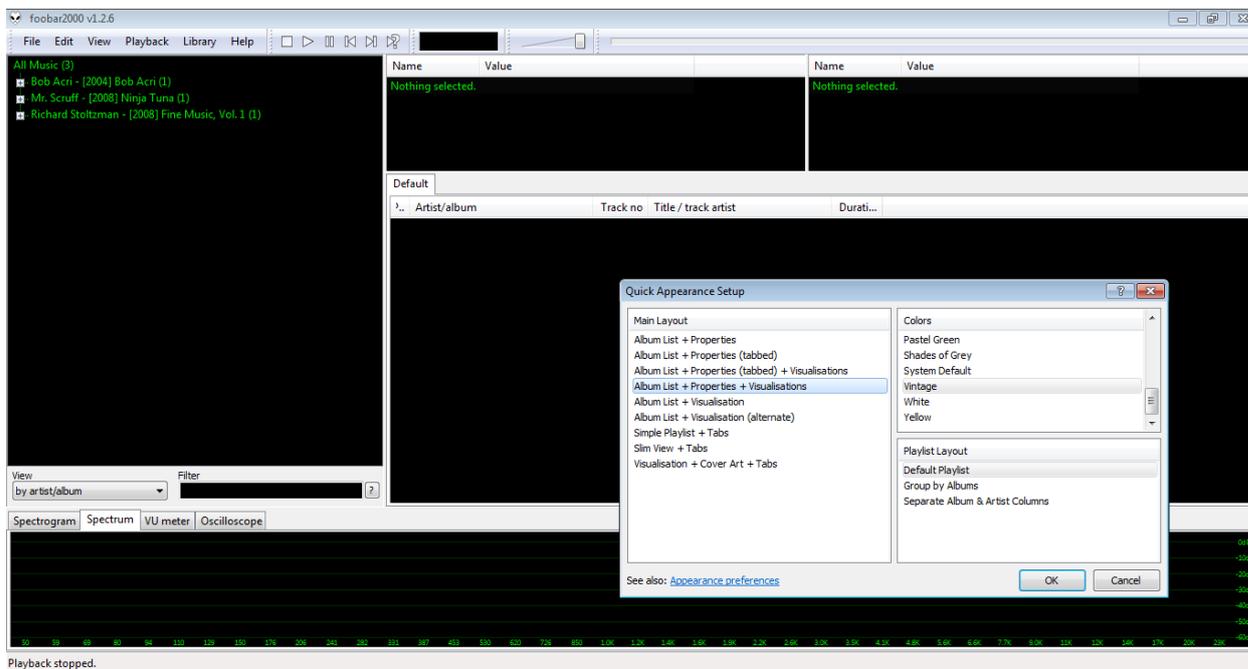


Рис. 14. Быстрая настройка интерфейса при первом запуске

Перенастраиваемые горячие клавиши для всех доступных функций, поддержка большого количества форматов аудио, можно существенно расширить за счет бесплатных плагинов, чрезвычайно гибкая настройка интерфейса программы, открытая архитектура плеера позволяет разработчикам расширять возможности плеера за счет установки \ удаления компонентов. Идеальная работа с ASIO, особенно с аппаратным ASIO защитой на звуковой карте Asus Xonar D1. Прекрасные расширенные настройки для подстройки звучания. Без всяческих «улучшайзеров». Отображение обложки альбома и информации в виде биографии исполнителя. Foobar 2000 можно подстроить для караоке. Звук, не окрашенный и более линейный в отличие от других плееров для качественного прослушивания музыки.

Приложение разработано исключительно для операционных систем семейства Windows и только с английским интерфейсом. Автор программы заявлял об отсутствии желания разрабатывать как многоязычную, так и многоплатформенную версии.

## Выводы по второй главе

Внешний вид Foobar сложно сравнить с каким-либо другим плеером — здесь нет скинов в привычном понимании. Он состоит из панелей (toolbars), которые поддаются гибкой настройке. Включить/отключить определенную панель можно в контекстном меню в главном окне программы, раздел «Toolbars». Изначально панели не закреплены, и их можно перетащить в любой другой регион, а затем зафиксировать опцией «Lock the toolbars».

Колонки в плейлисте также можно модифицировать по вкусу, через контекстное меню на заголовках колонок в плейлисте. В зависимости от выбранного оформления Foobar2000 список плейлистов отображается в боковой панели либо в выпадающем списке.

Есть многие возможности программы foobar2000 и есть многие преимущества, например Интерфейс музыкального плеера Foobar2000 содержит только то, что необходимо для управления прослушиванием музыки. Главным преимуществом интерфейса программы Foobar2000 можно назвать возможность развернуть главное окно программы на весь экран. Это позволит удобно работать с библиотекой музыкальных файлов. И работать с горячих клавишей позволяет пользоваться программой предельно удобно и просто.

## ГЛАВА 3. КОНВЕРТАЦИЯ. КОДИРОВАНИЕ И ДЕКОДИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ FOOBAR 2000

### 3.1. Принцип работы аудио проигрывателя foobar2000

Foobar2000 — программный аудиопроигрыватель, разработанный Питером Павловским (польск. Peter Pawlowski), разработчиком - фрилансером, ранее работавшим на Nullsoft. Минималистичный интерфейс и высокая производительность программы сочетаются с широкими возможностями и расширяемостью.

#### Описание

Обладает минималистичным интерфейсом с возможностью расширения и включает в себя множество функций для поддержки метаданных и высококачественного воспроизведения звука и кодирование всех форматов аудио! Многих сразу, других после установки плагинов. Теоретический максимум частоты семплирования и битовой ширины аудиовыхода превосходят возможности профессионального аудиооборудования. Для качественного воспроизведения аудио он производит формовку шума и дизеринг. Существуют как официальные компоненты, так и компоненты сторонних разработчиков с большим ассортиментом дополнительных функций.

Ядро проигрывателя поддерживает аудиоформаты сжатия с потерями MPEG (MP1, MP2, MP3), AAC, Musepack, WMA, Vorbis, Speex, Opus; аудиоформаты сжатия без потерь FLAC, WavPack, ALAC; аудиоформат без сжатия PCM; аудиоконтейнеры Ogg, Matroska, WAV, AIFF, RIFFAU (англ.), SND (англ.), а также звуковые компакт-диски. Выпускаются подключаемые модули (плагины), добавляющие поддержку формата сжатия с потерями AC-3; форматов сжатия без потерь Monkey's Audio, LPAC (англ.), TTA, OptimFROG, TAK, Shorten (англ.); трекерных аудиоформатов (MOD, TFMX, S3M и др.), в том числе аудиоформатов игровых приставок и игр для

домашних компьютеров: NSF, SPC (англ.), PSF (англ.), SID и других. Выпускаются подключаемые модули, позволяющие воспроизводить музыку и считывать метаданные из файлов, упакованных в архивы (с извлечением их во временные файлы прозрачно для пользователя): в стандартной поставке (foo\_unpack.dll) — ZIP, GZIP, RAR; с дополнительными подключаемыми модулями (foo\_unpack\_7z.dll, foo\_unpack\_lha.dll, foo\_unpackunix.dll) — 7-Zip, LHA, TAR, и BZIP2

### Возможности

Проигрыватель в стандартной поставке обладает следующими возможностями:

- архитектура открытых компонентов даёт возможность сторонним разработчикам расширять функциональность плеера;
- полная поддержка Юникода;
- выравнивание громкости методом ReplayGain;
- перекодирование любых поддерживаемых аудиоформатов (требуется внешние кодировщики с поддержкой командной строки для различных форматов вывода) и копирование аудиодисков;
- продвинутые возможности обработки файлов: показ общей информации о файлах (англ. generic file info box) и массовое редактирование метаданных (англ. masstagger);
  - широкие возможности настройки отображения списка воспроизведения;
    - множественные списки воспроизведения;
    - работа с фонотекой;
    - настраиваемые горячие клавиши;
  - непрерывное воспроизведение (переключение файлов без пауз, англ. gapless);
  - поддержка воспроизведения аудиопотоков.
  - совместимость со скробблером Last.fm.

- Поддержка форматов аудиофайлов: MP1, MP2, MP3, MP4, MPC, AAC, Ogg Vorbis, FLAC / Ogg FLAC, WavPack, WAV, AIFF, AU, SND, CDDA (CD-Audio) и WMA. С помощью сторонних плагинов поддерживаются: Monkey's Audio (APE), MOD, S3M, XM, IT, 669, PTM, PSM, MTM, UMX, AVS, AC3, Westwood's audio (.aud), Sierra's sounds (.sfx/.aud), ACM, XA, ACM, GCN DSP, OKI ADPCM, RAC, BRR, ADX, kode's ADPCM (Sony Playstation), Saturn CD, PSF и PSF2 (Sony PlayStation), SID, Интернет-радио XM Radio, Atari SAP Music, OptimFROG и другие форматы аудиофайлов.

- Безстыковое воспроизведение.
- Настраиваемые клавиатурные сочетания (shortcuts) всех функций.
- Открытая архитектура foobar2000 позволяет сторонним разработчикам расширять возможности плеера за счет новых компонентов (плагинов).

- Вывод звука на Kernel Streaming и ASIO (с помощью плагинов).
- Мощные DSP-процессоры (с помощью плагинов).
- Полностью настраиваемый плейлист с плагином ColumnsUI.

В официальных авторских плагинах реализованы некоторые дополнительные функции:

- Возможность прямого вывода на звуковую карту в обход системного микшера (англ. kernel output);
- Возможность прямого вывода на звуковую карту через интерфейс ASIO 2.0;
- Возможность прямого точного (англ. bit-exact) эксклюзивного вывода через Windows Audio Session (в Windows Vista SP1 и выше).

Исходный код ядра является проприетарным, и свободно не распространяется. Тем не менее SDK для разработки плагинов публикуется под лицензией BSD.

## 3.2. Принципы настройки конвертера foobar2000

### Принцип работы

Для лучшего понимания изложенной здесь информации будет полезно знать принцип работы конвертера. Примерная его схема предоставлена на рисунке ниже.

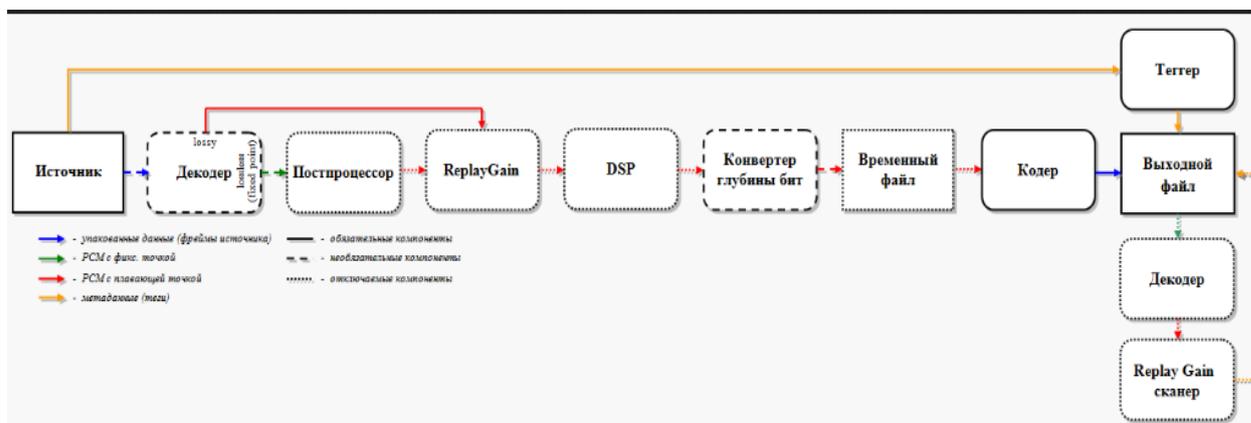


Рис. 15. Принцип работы конвертера

Источником чаще всего является файл-контейнер (FLAC, MP3 и т.п.) содержащий сжатое (с потерями или без) аудио, исключением являются контейнеры WAV и AIFF часто содержащие несжатое аудио. Поток фреймов (и ещё некоторая информация) из источника поступает на декодер, который на выходе даёт несжатый цифровой поток.

В случае с lossy поток имеет 32-битный формат с плавающей точкой и тут же передаётся цифровым обработчикам — DSP, ReplayGain. Для таких lossless форматов, как FLAC и WavPack, может выполняться пост-обработка — в случае, если в них обнаружен HDCD слой, несжатые данные в формате 16 бит передаются непосредственно HDCD декодеру, который в результате даёт фактически 20-битное аудио, но в виде 32 бит с плавающей точкой; далее поток так же, как и для lossy, поступает на обработчики.

После обработки производится конвертация битовой глубины: для lossless кодирования — до значения, указанного на последней вкладке настроек конвертера (также есть возможность использования dithering и noise

shaping при понижении битовой глубины, см. далее), для lossy — до значения, указанного как максимальная поддерживаемая кодеком разрядность входных аудиоданных.

Если кодек поддерживает ввод через STDIN, данные передаются ему «на лету», прямо по ходу декодирования и обработки. В противном случае все данные из источника сначала декодируются и обрабатываются, затем записываются во временный контейнер WAV, и только по окончании процесса этот файл вместе с параметрами кодирования передается кодеку.

Получив параметры и входные данные, кодек начинает кодирование, уже самостоятельно записывая выходной файл по указанному в параметрах адресу. По завершении кодирования foobar2000 копирует из источника метаданные (теги) в новый файл. После всего этого, при включенном ReplayGain сканировании, полученный файл опять декодируется, несжатые данные анализируются RG сканером, который затем передает рассчитанные значения теггеру для записи этих данных в наш файл.

### Предварительная настройка

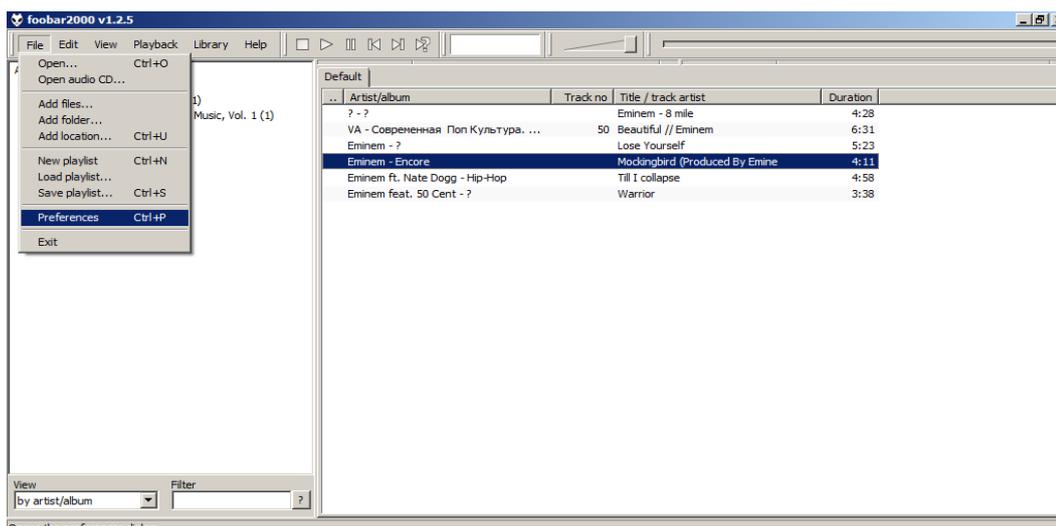


Рис. 16. Preferences

На главной панели плеера выберите File->Preferences.

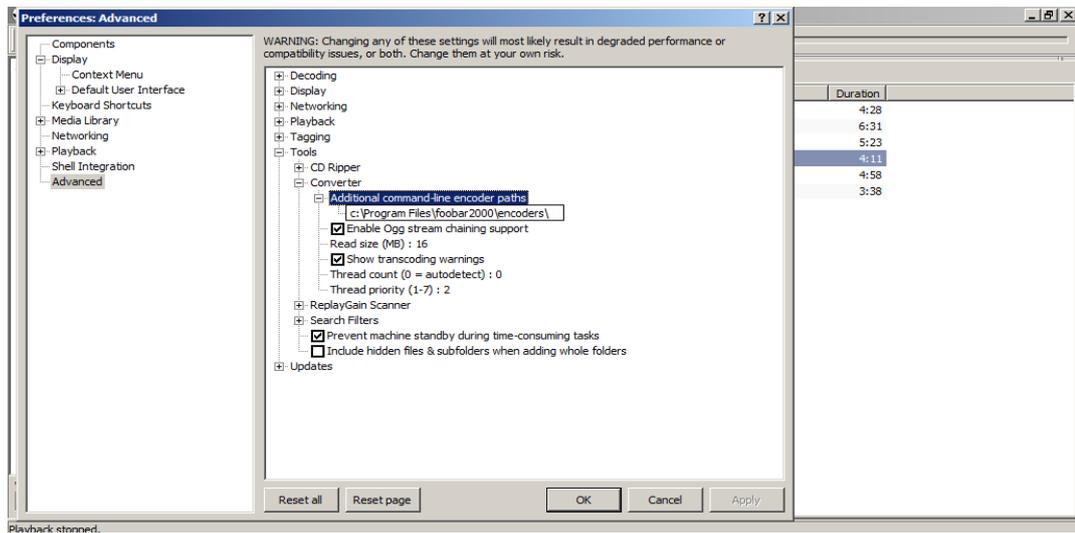


Рис. 17. Preferences Advanced

Из древовидного меню (слева) выберите Advanced->Tools->Converter. В поле ввода Additional command-line encoder paths укажите полные пути к папкам с исполняемыми файлами (exe) кодеров через точку с запятой. Помните, что foobar2000 самостоятельно может добавлять пути в эту строку — при ручном выборе кодера (см. далее).

Примечания:

- если кодеры находятся в подпапке foobar2000/encoders, путь к этой папке можно не указывать — плеер сам ищет кодеры по данному адресу; - относительные пути к каждому кодеру, при надобности (например, для портативных версий), можно указывать непосредственно в профиле конвертера (см. дальше).

Настройка конвертера (на примере LAME MP3)

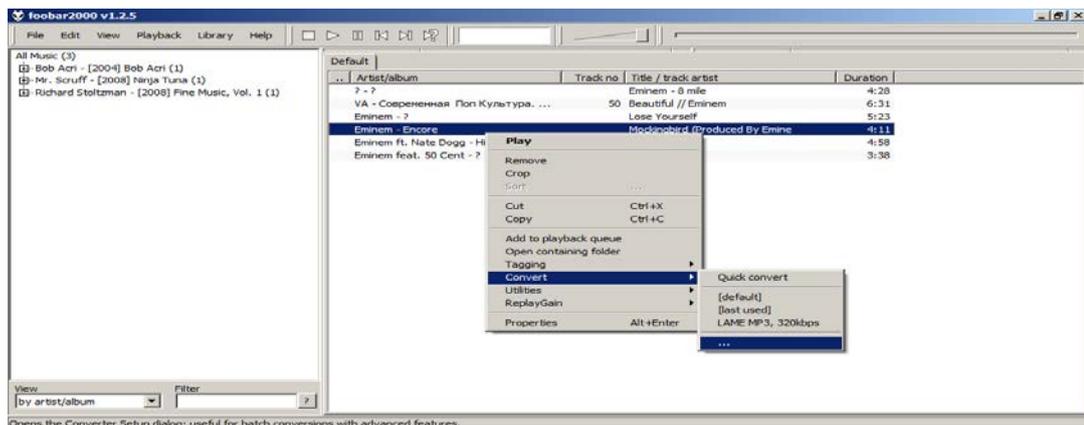


Рис. 18. Настройка конвертера

Нажмите на любом файле из плейлиста или библиотеки правой кнопкой, выберите Convert->Convert...

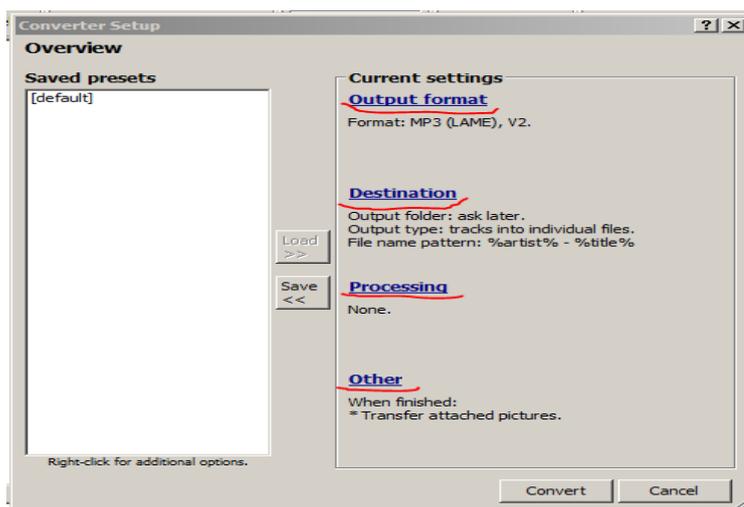


Рис. 19. convert setup

Появится окно конвертера со ссылками на 4 группы настроек. Далее — по порядку.

Настройка кодера (Output format)

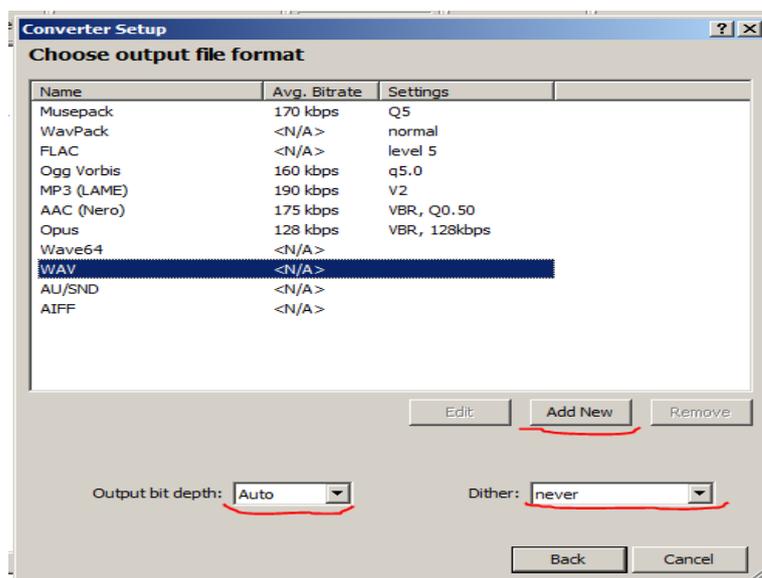


Рис. 20. Выбор формата

Тут мы видим список профилей кодировщиков. Обратите внимание на настройки битности и Dithering для lossless кодеров:

**Output bit depth** — глубина квантования при декодировании входных файлов: Auto, 8/16/24 (с фиксированной точкой), или 32 бит (с плавающей

точкой). Рекомендуется значение Auto. Но при этом надо учитывать, что в таком случае для lossy источников будет выбрана глубина 16 бит.

**Dither** — использование Dithering + Noise Shaping: never (не использовать), lossy sources only (только для lossy источников), always (всегда использовать). Использование данной технологии рекомендуется только в случае когда глубина квантования источника больше чем выходная, в остальных случаях следует установить значение never.

Для наглядности создадим новый профиль с помощью кнопки Add New.

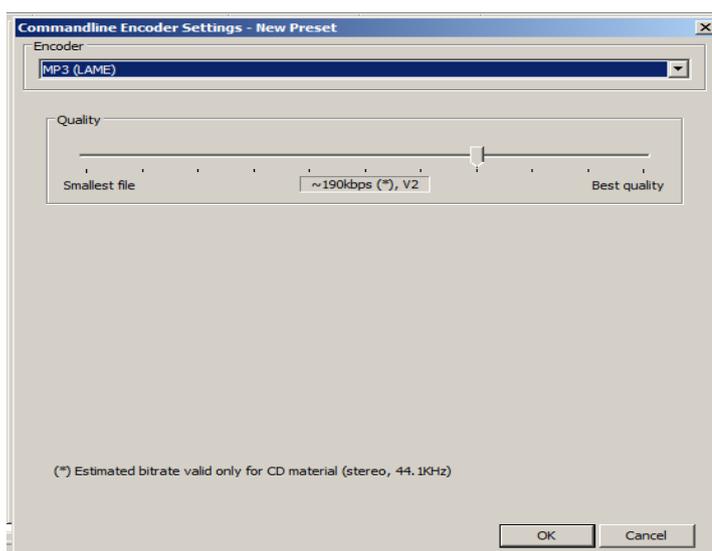


Рис. 21. Изменить битрейт(kbps)

Появится окно с настройками кодера. Изначально конвертер предложит Вам стандартный диалог настройки с помощью обычного ползунка, которым можно регулировать качество от -V 9 (VBR) до -b 320 (CBR). Для более тонкой настройки, а также использования дополнительных ключей я настоятельно рекомендую выбрать в раскрывающемся списке Custom.

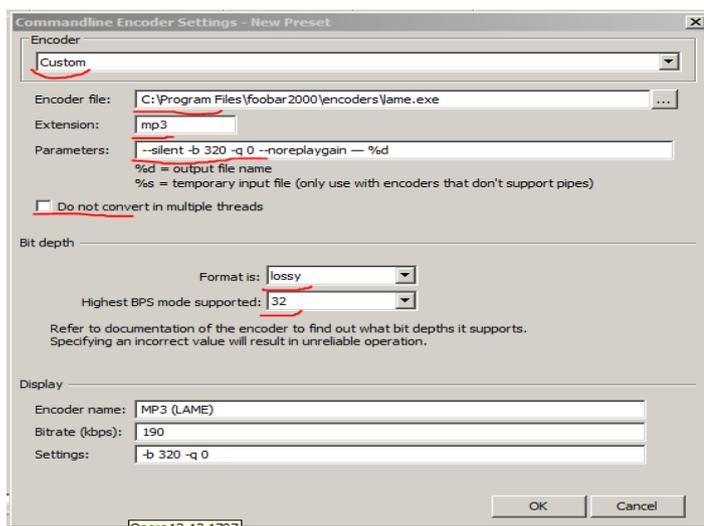


Рис. 22. Параметры кодера

Теперь можно перейти непосредственно к настройке параметров кодера.

**Encoder** — тут устанавливаются параметры, непосредственно влияющие на кодирование. Вверху из списка выберите Custom и введите параметры:

**Encoder** — укажите путь к файлу кодировщика. Полный путь можно указать нажав кнопку "...". Также можно указать путь относительно foobar2000.exe, например: ./encoders/lame.exe. Самым простым способом будет указание имени файла кодера (для LAME это обычно lame.exe), но работать такой способ будет только если кодер с данным именем находится в одной из папок, указанной в настройках foobar2000 (смотрите пункт 1)

**Extension** — расширение выходных файлов. Указать mp3

**Parameters** — параметры кодирования, которые передаются кодеру.

Для максимального качества пропишем :

```
--silent -b 320 -q 0 --noreplaygain -- %d
```

**Do not convert in multiple threads** — установив здесь галочку, можно запретить параллельное кодирование нескольких треков при использовании данного пресета.

**Bit Depth Control** — параметры отвечающие за тип кодека и максимально поддерживаемую им глубину квантования входных файлов.

**Format is** — тип кодека. Может быть lossy (с потерями) или lossless/hybrid (без потерь/гибридный). Опция влияет на формат данных передаваемых кодеру. Для lossy кодеров поток передается с максимальной поддерживаемой глубиной бит (смотрите ниже), для lossless сохраняется глубина бит используемая при декодировании источника (см. ниже). Для LAME установить lossy.

**Highest BPS mode supported** — максимальная поддерживаемая кодеком разрядность входных аудиоданных. Может быть 8, 16, 24 (с фиксированной точкой), или 32 бит (с плавающей точкой). Так как наш кодер LAME имеет поддержку формата с плавающей точкой, установим 32 бит.

**Display Info** — настройка информации отображаемой в названии профиля кодировщика, на сам процесс кодирования не влияет.

**Encoder name** — укажите название кодировщика. Укажем MP3 (LAME)

**Bitrate (kbps)** — укажите битрейт. Для текущего пресета — 320 kbps

**Settings** — укажите параметры кодирования (не влияет на кодирование, только для отображения в списке профилей кодировщиков).

Указываем параметры влияющие на качество — в данном случае это только ключи **-b 320 -q 0**

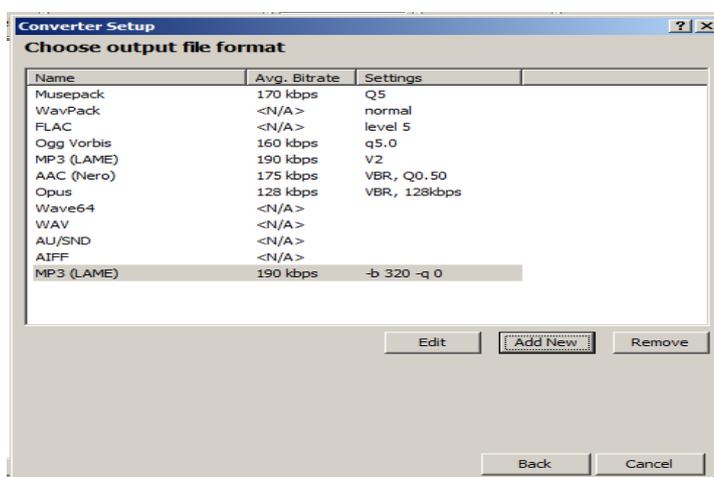


Рис. 23. Список кодеров

Теперь в списке появится наш профиль — MP3 (LAME).5 320 kbps

-b 320 -q 0. Нажмите кнопку Back. Перейдем к следующей группе настроек...

## Выходные файлы (Destination).

Тут находятся настройки выходных файлов.

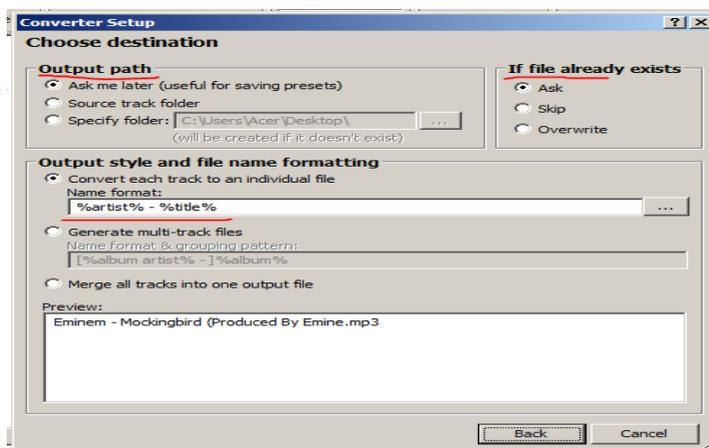


Рис. 24. Настройки выходных файлов

**Output path** — укажите, куда будут помещаться выходные файлы:

**Ask me later (useful for saving preset)** — программа каждый раз будет просить Вас указать папку

**Source folder** каждый трек будет сохраняться в папку соответствующего файла-источника.

**Specify folder** — все файлы будут сохраняться в папку указанную Вами в поле ввода (в случае отсутствия таковой, папка создается автоматически).

**If file already exists** — если файл с именем выходного файла уже существует:

**Ask** — спросить, что делать.

**Skip** — пропустить кодирование данного трека.

**Overwrite** — перезаписать существующий файл новым.

**Output style and filename formatting** — выберите способ форматирования выходных файлов:

**Convert each track to an individual file** — каждый трек будет сохраняться в отдельный файл, в поле ввода Name format можно указать формат имени файла. Полное имя (включая расширение) выходных файлов

не должно совпадать с именем файлов-источников, в противном случае Вы увидите ошибку.

**Generate multi-track files** — объединение отдельных групп файлов, в соответствующие файлы. В поле «Name format & grouping pattern» указывается способ группировки/форматирования имени выходных файлов.

**Merge all tracks into one output file** — все треки будут объединены в один выходной файл под названием "Image"(расширение зависит от указанного в настройках кодировщика).

### Обработка (Processing)

Тут указываются параметры обработки треков перед их кодированием.

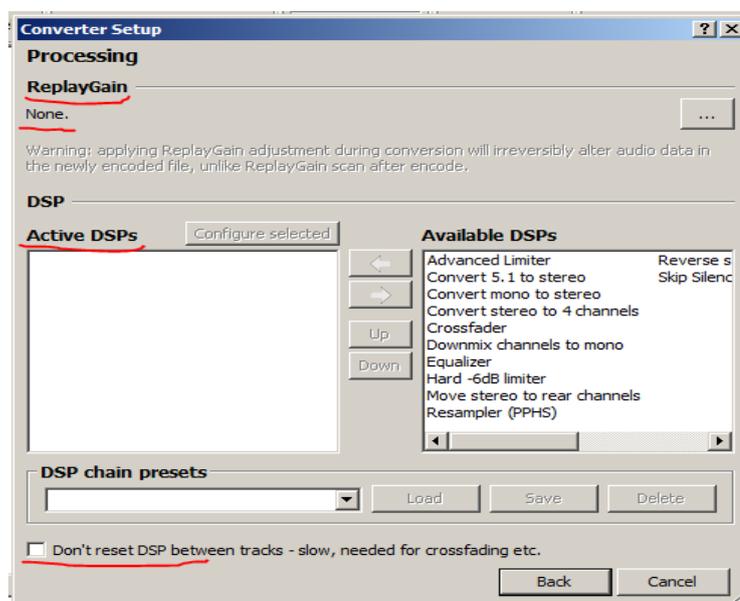


Рис. 25. Параметры обработки треков

**ReplayGain** — Вы можете использовать данную функцию, если входные треки имеют теги ReplayGain, но учтите что её использование в случае lossless источника крайне не рекомендуется.

**DSP** — включает возможность применять DSP эффекты, без необходимости не включать.

**DSP chain presets** — Вы можете сохранять цепочки DSP в отдельные предустановки, и в дальнейшем загружать ту которая будет необходима.

**Don't reset DSP between tracks** — не начинать обработку заново для каждого трека — функция необходима например для кроссфейдинга (когда конец предыдущего трека миксуется с началом следующего), etc.

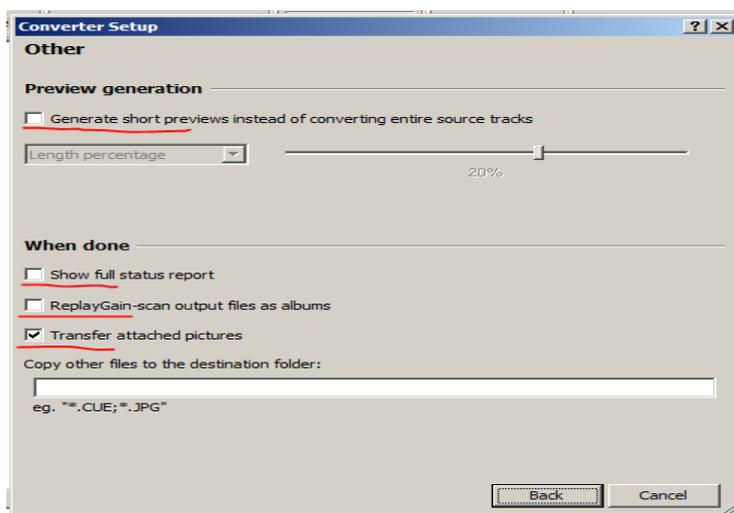


Рис. 26. Остальные настройки конвертера (Other)

**Preview generation** — Вы можете получать на выходе короткие отрезки входных треков (например, для предварительного прослушивания):

**Length percentage** — задать продолжительность отрезков в процентах от исходного трека (от 3 до 30%).

**Fixed track length** — задать фиксированную продолжительность отрезков (от 10 до 60 секунд).

**When done** — в этой графе указываются действия, которые будут выполняться по окончании кодирования.

**Show full status report** — включить вывода отчета о результатах кодирования. Если данную опцию выключить, отчет будет выводиться только при наличии ошибок.

**ReplayGain-scan output files as albums** — автоматическое сканирование созданных файлов сканером ReplayGain. Рекомендуется включить при lossy кодировании.

**Copy files to destination folder** — копировать файлы с указанным расширением из исходной папки в целевую (например, «\*.CUE;\*.JPG»)

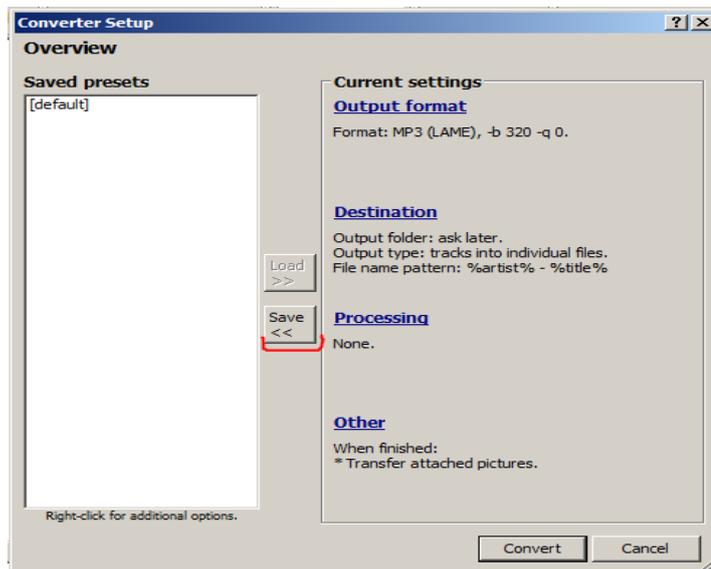


Рис. 27. Завершение настройки.

Теперь вернёмся в главное окно конвертера. Нажимаем кнопку Save чтобы сохранить профиль, вводим имя профиля — **LAME MP3, 320 kbps**. После нажатия на кнопку Convert начнется конвертация файлов, для выхода нажмите Cancel.

Теперь можно конвертировать треки, просто выделив их в плейлисте/библиотеке и нажав ПКМ->Convert->LAME MP3, 320 kbps.

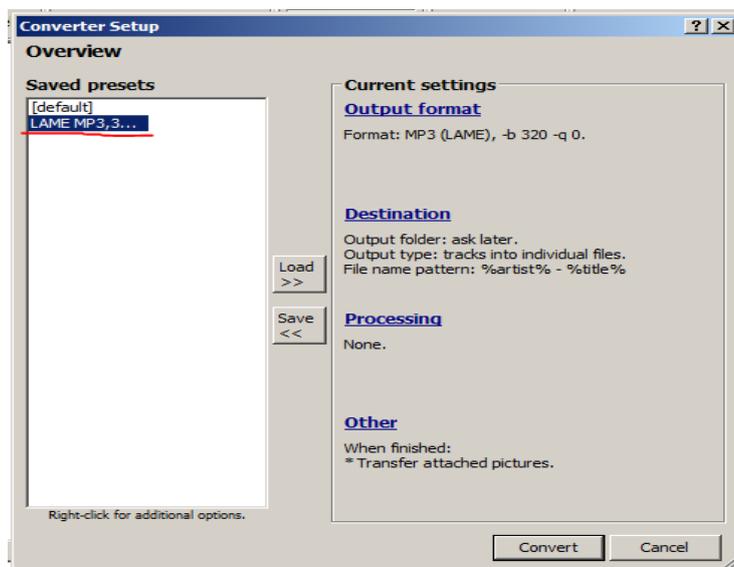


Рис. 28. конвертировать треки

### 3.3. Кодирование в AAC

Запускаем foobar2000, открываем файл, который нужно перекодировать (File - Open.). Выделяем строку, из выпадающего списка выбираем пункт convert.

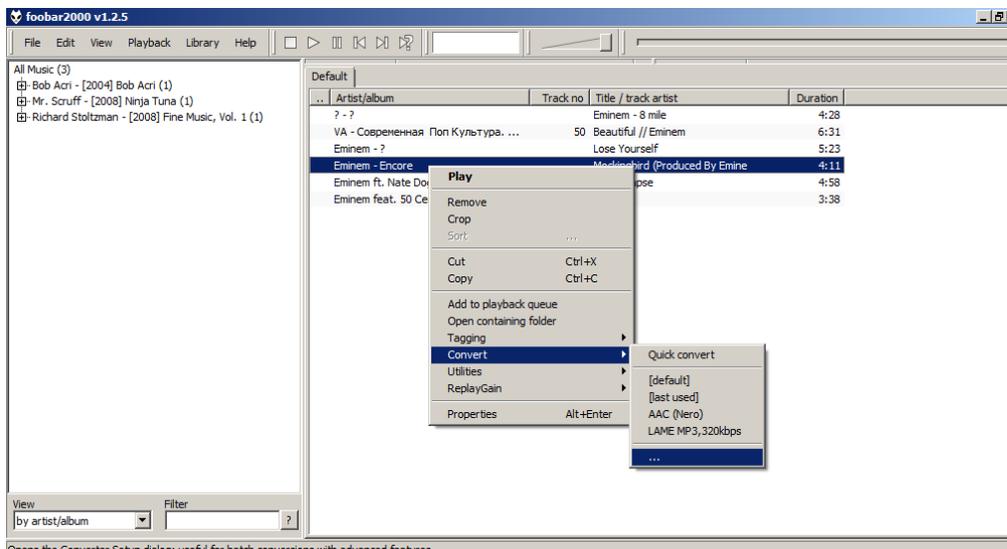


Рис. 29. Кодирование в AAC

Нас интересует пункт Output format.

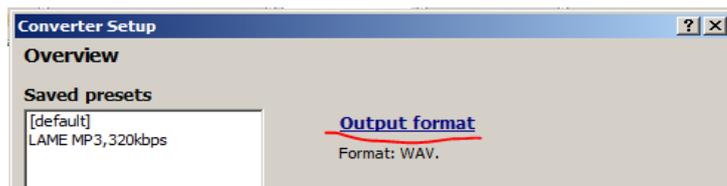


Рис. 30. Output format

Откроется следующее окно

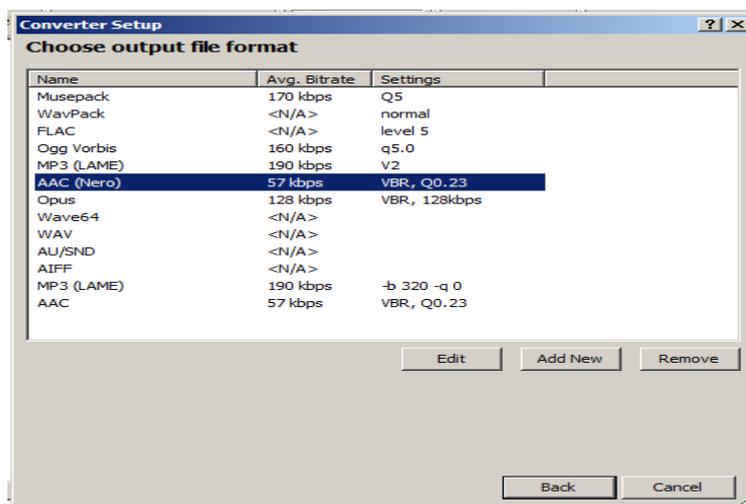


Рис. 31. Меню Convert Setup

Переходим к пункту AAC (Nero) и нажимаем Edit, чтобы запустить полуавтоматический режим настроек.

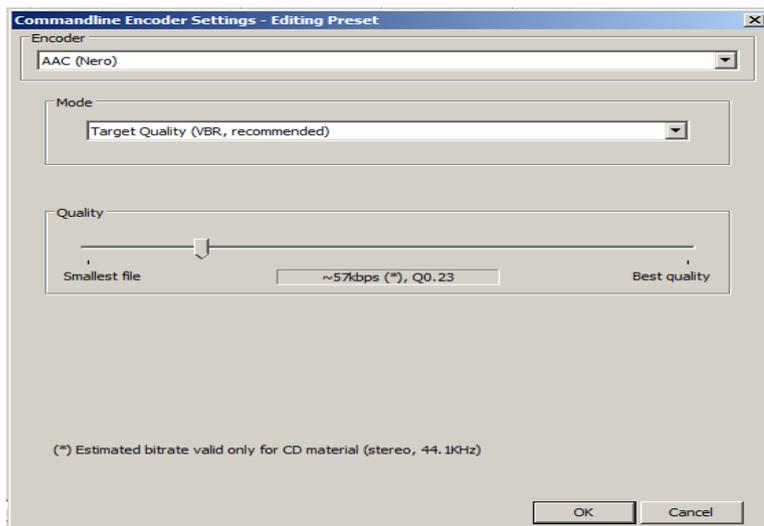
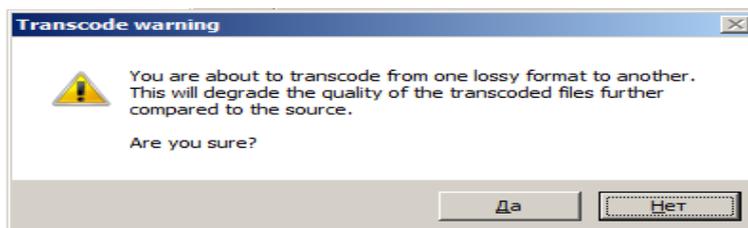


Рис. 32. Полуавтоматический режим настроек

В этом меню можно задать параметры для кодировщика AAC (Encoder) - режим кодирования (Mode) и битрейт (Quality). Наиболее эффективный режим с переменным битрейтом - VBR, который и рекомендует нам foobar2000. Quality позволяет нам определить качество выходящего файла - чем выше будет значения битрейта, измеряется он в килобит/с, тем выше будет качество итогового аудио файла и его размер.

Здесь нужно найти компромисс между качеством и размером. Это можно определить только экспериментальным путем. По своему опыту, могу сказать, что для мобильного телефона для многих музыкальных файлов вполне хватит q в пределах от 23 до 30. Все зависит от сложности музыкальной композиции.

Выходим из настроек - нажимаем ОК, затем Back и, наконец, Convert. Появится окно с предупреждением, что осуществляется кодирование в формат с потерей качества (lossy).



Так как в дальнейшем этот аас-файл планируется воспроизводить на мобильном телефоне, то определенное снижение качества неизбежный процесс. Соглашаемся на запуск кодирования.



Рис. 33. Запуск кодирования

Через несколько минут, если все было сделано правильно, будет создан файл с расширением m4a - аас в контейнере. Этот файл должен без проблем воспроизводиться в телефоне, но если ваша модель откажется воспроизводить файл, можно попробовать просто изменить расширение с **.m4a** на **.aac**.

Также существуют дополнительные команды, так называемые ключи, которые позволяют произвести более тонкую настройку кодека.

Рассмотрим наиболее важные при кодировании в режиме VBR - **ignorelength** - игнорировать продолжительность файла, желательно, использовать.

**-q** <число в диапазоне от 0 до 1> - задает качество звучания, 0 - минимальное качество, 1 - максимальное. Определить соответствующее значение битрейта можно используя рассмотренный уже имеющийся профиль AAC. Остальные команды можно копировать из примера, который будет приведен ниже.

Для того, чтобы можно было вводить ключи, нужно создать в foobar2000 новый профиль. Для этого в меню Convert Setup нажимаем Add New и выставляем свои значения.

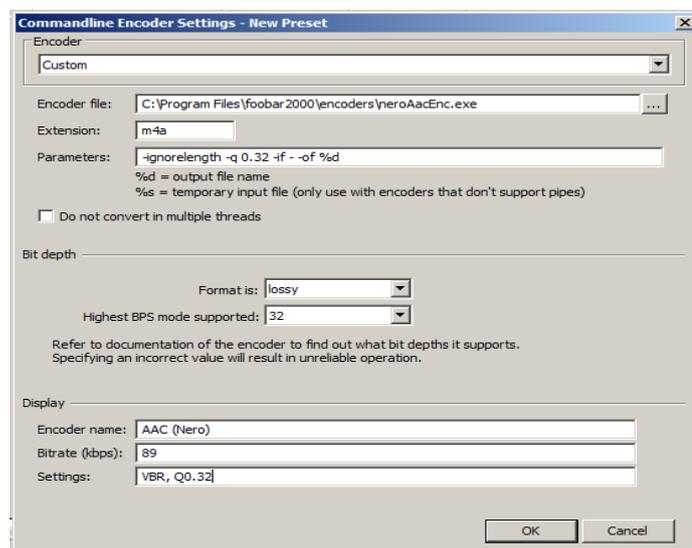


Рис. 34. Coomand Encoder Settings

Ключи должны идти в определенной последовательности.

**Пример корректной строки:** `-ignorelength -q 0.52 -if - -of %d`

Существуют такие разновидности формата, как HE-AAC и HE-AACv2 - эти форматы означают, что кодек AAC использует специальные алгоритмы для сверх малых битрейтов. Дело в том, что кодек AAC сам выбирает оптимальный режим кодирования, поэтому использовать ключи `-lc`, `-he` и `hev2` нет необходимости.

### 3.4. Декодирование аудио с помощью foobar2000

Чтобы декодировать аудио файла с помощью foobar2000 нам понадобится:

1. Foobar2000 установленный с плагинами Sandard DSPs, ReplayGain Scanner, Converter.
2. Декодер формата который мы хотели бы декодировать. По умолчанию плеер поддерживает форматы: MP3, MP4, AAC, CD Audio, WMA, Vorbis, FLAC, WavPack, WAV, AIFF, Musepack, Speex, AU, SND.

Теперь, когда всё необходимое установлено, создадим для удобства пресет конвертера foobar2000. Все подробности описание конвертера foobar2000 написана четко в главе (2.2. Принципы настройки конвертера foobar2000).

Чтобы перейти в конвертер, нажмите правой кнопкой на любом треке в foobar2000 и из контекстного меню выберите Convert->...

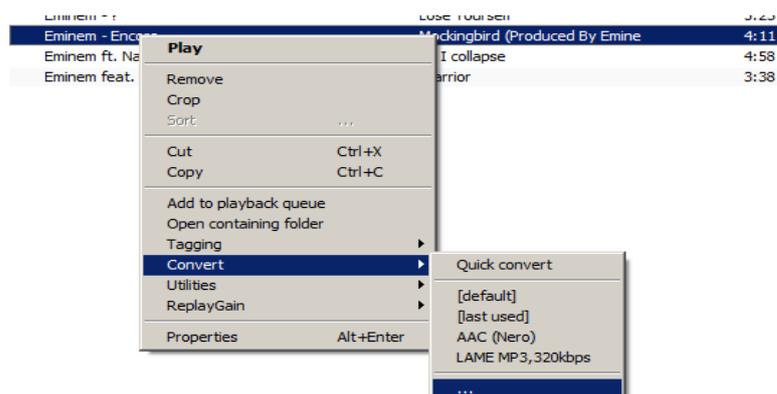


Рис. 35 . Конвертация

Сразу же перейдем к разделу Output format. Здесь надо выбрать выходной формат, а именно WAV.

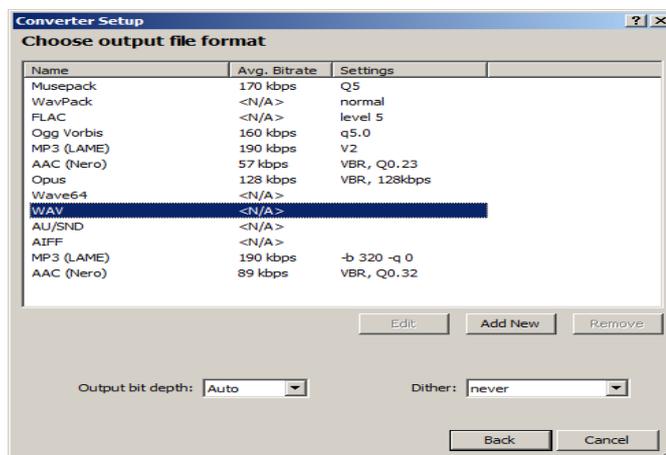


Рис. 36. Настройка конвертации

Тут же находятся настройки глубины квантования. Для lossless источников всё вполне однозначно: устанавливаем Output bit depth: Auto.

А вот о lossy надо рассказать отдельно. Дело в том, что декодирование lossy является не распаковкой, как для lossless, а скорее синтезом. И как таковой lossy файл не имеет параметра глубины бит. Конечно, в основном lossy получается из обычных 16-битных Audio CD, так что в большинстве случаев этой глубины будет достаточно.

В случае когда Вы уверены, что lossy файл получен из источника с высоким разрешением (например, из 24-битных DVD-Audio), а кодек (с данными настройками качества/битрейта) способен хотя бы частично

передать динамический диапазон исходного аудио (для MP3 64 кбит/с это конечно бесполезно), тогда есть смысл в использовании более высокой глубины бит. При этом Вы можете выбрать 24 или 32 бит (на самом деле это 32 bit floating-point). Последний будет полезен как промежуточный формат для дальнейшей обработки а также автоматически избавит от необходимости борьбы с клиппингом.

Еще один возможный вариант - это когда у Вас есть "высококачественные" lossy треки, но Вам надо получить 16-битные файлы, например для записи на Audio CD. Подобный случай я описывал в статье Преобразование аудио высокой разрядности в 16 бит/44.1 кГц стерео. В этом случае можно установить глубину Auto - для lossy она всё равно автоматически устанавливается в 16 бит, а для параметра Dither указать lossy sources only.

Единственное что не посоветую - это формат имени файла (Name format), будет удобно использовать шаблон:

`%filename%_%codec%_%bitrate%kbps`

При этом имя выходных файлов будет иметь вид:

`<имя исходного файла>_<кодэк>_<битрейт>.`

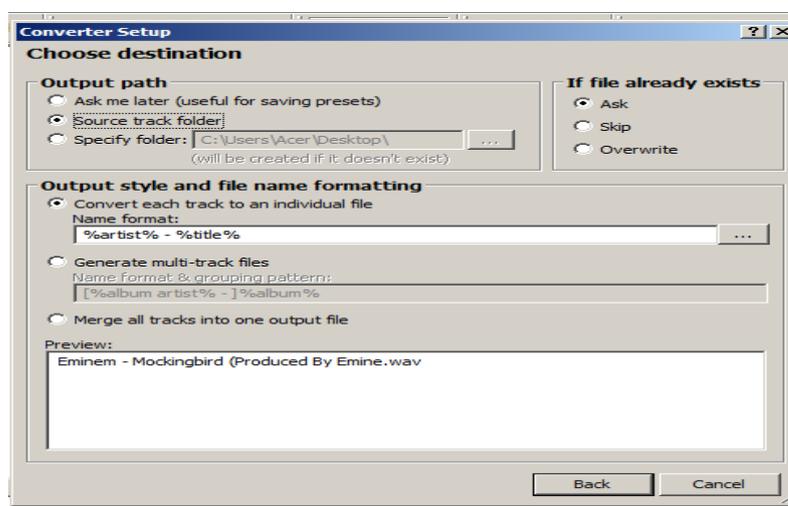


Рис. 37. Название файла

Не забываем включить постпроцессинг - для декодирования DTS и HDCD. Для DVD-Audio с т.н. «водяными знаками» следует первым в цепочку DSP добавить специальный детектор.

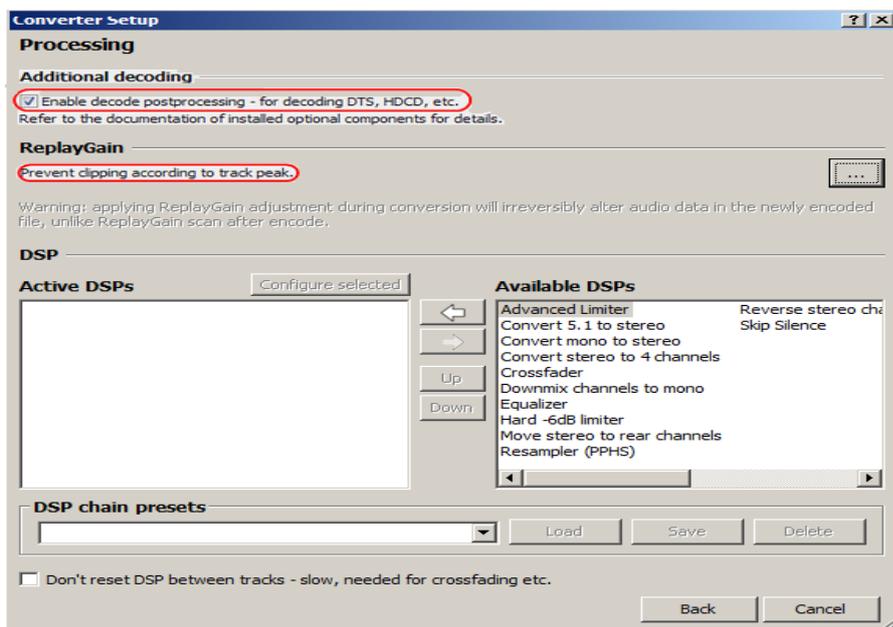


Рис. 38. Постпроцессинг

На второй вкладке включим необходимую обработку - а именно, предотвращение возможного клиппинга (обычно это бывает когда источником является lossy аудио). У нас есть два способа предотвращения клиппинга: ReplayGain и DSP под название Advanced Limiter. Первый вариант более желателен, но требует чтобы исходный файл содержал ReplayGain теги, для чего они должны быть предварительно просканированы.

## Выводы по третьей главе

Принцип работы аудио проигрывателя foobar2000. Foobar2000 — программный аудиопроигрыватель, разработанный Питером Павловским (польск. Peter Pawlowski), разработчиком - фрилансером, ранее работавшим на Nullsoft. Минималистичный интерфейс и высокая производительность программы сочетаются с широкими возможностями и расширяемостью.

Ядро проигрывателя поддерживает аудиоформаты сжатия с потерями MPEG (MP1, MP2, MP3), AAC, Musepack, WMA, Vorbis, Speex, Opus; аудиоформаты сжатия без потерь FLAC, WavPack, ALAC; аудиоформат без сжатия PCM; аудиоконтейнеры Ogg, Matroska, WAV, AIFF, RIFFAU (англ.), SND (англ.), а также звуковые компакт-диски.

## ГЛАВА 4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 4.1. Влияние метеорологических условий производственной среды на организм человека

Классификация производственного микроклимата и его воздействие на организм.

Производственный микроклимат (метеорологические условия) – климат внутренней среды производственных помещений, определяется действующим на организм человека сочетанием температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей.

Производственный микроклимат зависит от климатического пояса и сезона года, характера технологического процесса и вида используемого оборудования, размеров помещений и числа работающих, условий отопления и вентиляции. Однако при всем многообразии микроклиматических условий их можно условно разделить на четыре группы.

1. Микроклимат производственных помещений, в которых технология производства не связана со значительными тепловыделениями. Микроклимат этих помещений в основном зависит от климата, местности, отопления и вентиляции. Здесь возможно лишь незначительное перегревание летом в жаркие дни и охлаждение зимой при недостаточном отоплении.

2. Микроклимат производственных помещений со значительными тепловыделениями. К ним относятся котельные, кузнечные, мартеновские и доменные печи, хлебопекарни, цеха сахарных заводов и др. В горячих цехах большое влияние на микроклимат оказывает тепловое излучение нагретых и раскаленных поверхностей.

3. Микроклимат производственных помещений с искусственным охлаждением воздуха. К ним относятся различные холодильники.

4. Микроклимат открытой атмосферы, зависящий от климатопогодных условий (например, сельскохозяйственные, дорожные и строительные работы).

Одним из важнейших условий нормальной жизнедеятельности человека при выполнении профессиональных функций является сохранение теплового баланса организма при значительных колебаниях различных параметров производственного микроклимата, оказывающего существенное влияние на состояние теплового обмена между человеком и окружающей средой.

Теплообменные функции организма, регулируемые терморегуляторными центрами и корой головного мозга, обеспечивают оптимальное соотношение процессов теплообразования и теплоотдачи в зависимости от конкретных метеорологических условий. Основная роль в теплообменных процессах у человека принадлежит физиологическим механизмам регуляции отдачи тепла.

В обычных климатических условиях теплоотдача осуществляется в основном за счет излучения, примерно 45% всей удаляемой организмом теплоты, конвекции - 30% и испарения - 25%.

При пониженной температуре окружающей среды возрастает удельный вес конвекционно-радиационных теплопотерь. В условиях повышенной температуры среды теплопотери уменьшаются за счет конвекции и излучения, но увеличиваются за счет испарения. При температуре воздуха, ограждений, равной температуре тела, теплоотдача за счет излучения и конвекции практически исчезает и единственным путем теплоотдачи становится испарение пота.

Низкая температура и усиление подвижности воздуха способствуют увеличению теплопотерь конвекцией и испарением.

Роль влажности при пониженных температурах воздуха значительно меньше. В то же время считается, что при низких температурах среды повышенная влажность увеличивает теплопотери организма в результате интенсивного поглощения водяными парами энергии излучения человека.

Однако большое увеличение теплопотерь происходит при непосредственном смачивании поверхности тела и одежды. В производственных условиях, когда температура воздуха и окружающих поверхностей ниже температуры кожи, теплоотдача осуществляется преимущественно конвекцией и излучением. Если температура воздуха и окружающих поверхностей равна температуре кожи или выше ее, теплоотдача происходит за счет испарения влаги с поверхности тела и с верхних дыхательных путей, если воздух не насыщен водяными парами.

Значительная выраженность отдельных факторов микроклимата на производстве может быть причиной физиологических сдвигов в организме рабочих, а в ряде случаев возможно возникновение патологических состояний и профессиональных заболеваний.

Интегральным показателем теплового состояния организма человека является температура тела. О степени напряжения терморегуляторных функций организма и о его тепловом состоянии можно судить также по изменению температуры, кожи и тепловому балансу. Косвенные показатели теплового состояния - влагопотеря и реакция сердечно-сосудистой системы (частота сердечных сокращений, уровень артериального давления и минутный объем крови). Нарушение терморегуляции из-за постоянного перегревания или переохлаждения организма человека вызывает ряд заболеваний.

В условиях избыточной тепловой энергии ограничение или даже полное исключение отдельных путей теплоотдачи может привести к нарушению терморегуляции, в результате которого возможно перегревание организма, т. е. повышение температуры тела, учащение пульса, обильное потоотделение и при сильной степени перегревания - тепловом ударе - расстройство координации движений, адинамия, падение артериального давления, потеря сознания.

Вследствие нарушения водно-солевого баланса может развиваться судорожная болезнь, которая проявляется в виде тонических судорог конечностей, слабости, головных болей и др.

При работах на открытом воздухе во время интенсивного прямого облучения головы может произойти солнечный удар, сопровождающийся головной болью, расстройством зрения, рвотой, судорогами, но температура тела остается нормальной.

Воздействие инфракрасного излучения на организм человека вызывает как общие, так и местные реакции. Местная реакция сильнее при облучении длинноволновой радиацией, поэтому при одной и той же интенсивности облучения время переносимости короче, чем при коротковолновой радиации. За счет большой глубины проникновения в ткани тела коротковолновый участок спектра инфракрасной радиации обладает более выраженным общим действием на организм человека.

Под влиянием инфракрасного излучения в организме человека возникают биохимические сдвиги и изменения функционального состояния центральной нервной системы, усиливается секреторная деятельность желудка, поджелудочной и слюнных желез.

Холодовый дискомфорт (конвекционный и радиационный) вызывает в организме человека терморегуляторные сдвиги, направленные на ограничение теплопотерь и увеличение теплообразования. Уменьшение теплопотерь организма происходит за счёт сужения сосудов в периферических тканях.

Под влиянием низких и пониженных температур воздуха могут развиваться ознобления (припухлость, зуд и жжение кожи), обморожения, миозиты, невриты, радикулиты и др. Длительное охлаждение способствует развитию заболеваний периферической нервной, мышечной систем, суставов: радикулитов, невритов, миозитов, ревматоидных заболеваний. При частом и сильном охлаждении конечностей могут иметь место нейротрофические изменения в тканях.

## **Нормирование производственного микроклимата и профилактика его неблагоприятного воздействия.**

Санитарные нормы микроклимата производственных помещений регламентируют нормы производственного микроклимата. В них определена температура воздуха, его относительная влажность, скорость движения воздуха, оптимальные и допустимые величины интенсивности теплового облучения для рабочей зоны с учетом сезона года и тяжести трудовой деятельности.

В производственных помещениях, где невозможно установить допустимые величины микроклимата, необходимо предусматривать мероприятия по защите работающих от возможного перегревания и охлаждения.

Основным путем оздоровления условий труда в горячих цехах является изменение технологического процесса, направленное на ограничение источников тепловыделений и уменьшение времени контакта работающих с нагревающим микроклиматом, а также использование эффективного проветривания, рационализация режима труда и отдыха, питьевого режима, спецодежды.

Наиболее эффективным средством улучшения метеорологических условий является автоматизация и механизация всех процессов, связанных с нагревом изделий.

Значительно уменьшают теплоизлучение и поступление лучистой и конвекционной теплоты в рабочую зону теплоизоляция, отражательные экраны, водяные завесы, вентиляция.

Существенным фактором повышения работоспособности рабочих горячих цехов является соблюдение обоснованного режима труда и отдыха, сокращенный рабочий день, дополнительные перерывы, комнаты отдыха, гидропроцедуры.

Для личной профилактики перегревания существенное значение имеет рациональный питьевой режим. При больших влагопотерях (более 3,5 кг за смену) и значительном времени облучения инфракрасной радиацией - 50% и более - применяется подсоленная (0,3% NaCl) газированная вода с добавлением солей калия и витаминов. При меньших влагопотерях расход солей восполняется пищей. В южных районах страны в горячих цехах применяются белково-витаминный напиток, зеленый байховый чай с добавлением витаминов и др.

В профилактике перегревов большую роль играют средства индивидуальной защиты (спецодежда из хлопчатобумажных, суконных и штапельных тканей, фибровые, дюралевые каски, войлочные шляпы и др.).

Для предупреждения попадания в производственные помещения холодного воздуха необходимо оборудовать у входа воздушные завесы или тамбуры-шлюзы. Если обогрев здания невозможен, применяют воздушное и лучистое отопление. При работе на открытом воздухе в холодных климатических зонах устраивают перерывы на обогрев в специально оборудованных теплых помещениях. Важную роль играет также спецодежда, обувь, рукавицы (из шерсти, меха, искусственных тканей с теплозащитными свойствами, обогреваемая одежда и др.). Прекращение работ на открытом воздухе при низких температурах производится на основании постановления местных органов исполнительной власти.

### **Регулирование температуры, влажности и чистоты воздуха в помещениях.**

Необходимые характеристики микроклимата воздуха рабочей зоны, как правило, обеспечиваются вентиляцией.

Под вентиляцией понимают организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения загрязненного воздуха и подачу на его место чистого, определенной влажности и температуры.

Вентиляция бывает естественная и принудительная, общая и местная, организованная и неорганизованная.

Естественная вентиляция осуществляется с помощью проемов в стенах (окон, дверей, фрамуг, форточек) или вентиляционных каналов, без применения специальных механических воздушных насосов (вентиляторов, роторов, компрессоров).

Естественная вентиляция осуществляется аэрационным, дефлекторным или смешанным способами.

Аэрационная вентиляция осуществляется за счет разности удельного веса холодного и теплого воздуха снаружи и внутри помещения, или напора ветра.

Дефлекторная вентиляция осуществляется за счет разности давлений на концах вентиляционного канала (трубы), которая возникает за счет обдувания скоростным напором ветра одного из концов трубы (как правило, вынесенного на крышу здания).

Чаще всего используют смешанные способы естественной вентиляции, когда используется и разность температур внутри и снаружи помещения и скорость ветра.

Принудительная вентиляция – вентиляция, осуществляемая с помощью механических побудителей (вентиляторов (эжекторов, дефлекторов)) по специальным воздуховодам или каналам.

Принудительная (механическая) вентиляция осуществляется тремя способами. Она бывает вытяжная, приточная и приточно-вытяжная.

При вытяжной вентиляции вентилятором откачивается воздух из помещения. В результате разрежения чистый воздух из окружающей среды или подсобных помещений (через неплотности в окнах, дверях, воздуховодах) поступает внутрь помещения. Применяется, когда загрязнитель воздуха в помещении не является токсичным или пожаровзрывоопасным (избыточное тепло, продукты, дыхания людей или животных, избыточная влажность).

При приточной вентиляции свежий воздух нагнетается вентилятором в помещение, создавая в нем избыточное давление. При этом загрязненный воздух через окна, двери, воздуховоды выдавливается в окружающую среду. Применяется в случае незначительной концентрации в воздухе вредных веществ, но требуется дополнительная обработка свежего воздуха (подогрев, охлаждение, осушение, увлажнение, ароматизация и т.д.).

Приточно-вытяжная вентиляция предполагает наличие в одном помещении двух вентиляторов, один из которых работает в вытяжном режиме, а другой в приточном. Применяется в случае, когда загрязнитель воздуха токсичен, пожаровзрывоопасен или, когда загрязнитель имеет большую концентрацию в воздухе.

Организованная вентиляция – вентиляция, которая предусмотрена заранее при проектировании здания или рабочего места (двери, форточки, каналы в стенах).

Неорганизованная вентиляция – вентиляция, осуществляемая через неплотности в окнах, дверях, стенах из-за некачественного строительства зданий или неправильной эксплуатации. Этот вид вентиляции не предусмотрен проектом.

Общая вентиляция осуществляется по всему объему помещения или рабочей зоны.

Местная вентиляция осуществляется в зоне ограниченного объема или рабочего места (над кухонной печью, над столом, химического шкафа).

Для обеспечения необходимых условий труда важное значение имеет кратность воздухообмена, мощность вентиляционных систем и выбор их типа.

Воздухообменом принято называть количество воздуха, которое необходимо подавать в помещение и удалять из него, в кубических метрах за час. Основным показателем является кратность обмена (коэффициент вентиляции  $K$ ), которая показывает, сколько раз весь воздух помещения заменяется наружным воздухом в течение часа и рассчитывается по формуле

$$K = \frac{W}{V}, (1/ \text{ час})$$

где  $W$  – объем удаляемого воздуха из помещения,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$V$  – объем помещения, из которого удаляется воздух,  $\text{м}^3$ .

Кондиционирование воздуха - это создание и поддержание в закрытых помещениях определенных параметров воздушной среды по температуре, влажности, чистоте, составу, скорости движения и давлению воздуха. Параметры воздушной среды должны быть благоприятными для человека и устойчивыми.

Современные автоматические кондиционерные установки очищают воздух, подогревают или охлаждают его, увлажняют или высушивают в зависимости от времени года и других условий, подвергают ионизации или озонированию, а также подают воздух в помещения с определенной скоростью.

## **4.2. ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.**

Возникновение пожара.

Пожар - это горение вне специального очага, которое не контролируется и может привести к массовому поражению и гибели людей, а также к нанесению экологического, материального и другого вреда.

Горение - это химическая реакция окисления, сопровождающаяся выделением теплоты и света. Для возникновения горения требуется наличие трех факторов: горючего вещества, окислителя и источника загорания.

Окислителями могут быть кислород, хлор, фтор, бром, йод, окиси азота и другие. Кроме того, необходимо чтобы горючее вещество было нагрето до определенной температуры и находилось в определенном количественном соотношении с окислителем, а источник загорания имел определенную энергию.

Наибольшая скорость горения наблюдается в чистом кислороде. При уменьшении содержания кислорода в воздухе горение прекращается.

Горение при достаточной и надмерной концентрации окислителя называется полным, а при его нехватке - неполным.

Выделяют три основных вида самоускорения химической реакции при горении: тепловой, цепной и цепочно-тепловой. Тепловой механизм связан с экзотермичностью процесса окисления и возрастанием скорости химической реакции с повышением температуры. Цепное ускорение реакции связано с катализом превращений, которое осуществляют промежуточные продукты превращений. Реальные процессы горения осуществляются, как правило, по комбинированному (цепочно-тепловой) механизму.

Процесс возникновения горения подразделяется на несколько видов.

*Вспышка* - быстрое сгорание горючей смеси, не сопровождающееся образованием сжатых газов.

*Возгорание* - возникновение горения под воздействием источника зажигания.

*Воспламенение* - возгорание, сопровождающееся появлением пламени.

*Самовозгорание* - явление резкого увеличения скорости экзотермических реакций, приводящее к возникновению горения вещества при отсутствии источника зажигания.

*Самовоспламенение* - самовозгорание, сопровождается появлением пламени.

*Взрыв* - чрезвычайно быстрое (взрывчатое) превращение, сопровождающееся выделением энергии с образованием сжатых газов.

Основными показателями пожарной опасности являются температура самовоспламенения и концентрационные пределы воспламенения.

Температура самовоспламенения характеризует минимальную температуру вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций, заканчивающееся возникновением пламенного горения.

*Температура вспышки* - самая низкая (в условиях специальных испытаний) температура горючего вещества, при которой над поверхностью образуются пары и газы, способные вспыхивать в воздухе от источника зажигания, но скорость их образования еще недостаточна для последующего горения.

Горючими называются вещества, способные самостоятельно гореть после изъятия источника загорания.

По степени горючести вещества делятся на: горючие (сгораемые), трудногорючие (трудносгораемые) и негорючие (несгораемые).

К трудногорючим относятся такие вещества, которые не способны распространять пламя и горят лишь в месте воздействия источника зажигания.

Негорючими являются вещества, не воспламеняющиеся даже при воздействии достаточно мощных источников зажигания (импульсов).

Горючие вещества могут быть в трех агрегатных состояниях: жидком, твердом и газообразном. Большинство горючих веществ независимо от агрегатного состояния при нагревании образует газообразные продукты, которые при смешении с воздухом, содержащим определенное количество кислорода, образуют горючую среду. Горючая среда может образоваться при тонкодисперсном распылении твердых и жидких веществ.

Из горючих газов и пыли образуются горючие смеси при любой температуре, в то время как твердые вещества и жидкости могут образовать горючие смеси только при определенных температурах.

В производственных условиях может иметь место образование смесей горючих газов или паров в любых количественных соотношениях. Однако взрывоопасными эти смеси могут быть только тогда, когда концентрация горючего газа или пара находится между границами воспламеняемых концентраций.

Минимальная концентрация горючих газов и паров в воздухе, при которой они способны загораться и распространять пламя, называемое *нижним концентрационным пределом воспламенения*.

Максимальная концентрация горючих газов и паров, при которой еще возможно распространение пламени, называется *верхним концентрационным пределом воспламенения*.

Указанные пределы зависят от температуры газов и паров: при увеличении температуры на 100°C величины нижних пределов воспламенения уменьшаются на 8 -10 %, верхних - увеличиваются на 12 - 15 %.

Пожарная опасность вещества тем больше, чем ниже нижний и выше верхний пределы воспламенения и чем ниже температура самовоспламенения.

Пыли горючих и некоторых не горючих веществ ( например алюминий, цинк ) могут в смеси с воздухом образовать горючие концентрации.

Наибольшую опасность по взрыву представляет взвешенная в воздухе пыль. Однако и осевшая на конструкциях пыль представляет опасность не только с точки зрения возникновения пожара, но и вторичного взрыва, вызываемого в результате взвихривания пыли при первичном взрыве.

Минимальная концентрация пыли в воздухе, при которой происходит ее загорание, называется *нижним пределом воспламенения пыли*.

Поскольку достижение очень больших концентраций пыли во взвешенном состоянии практически нереально, термин "верхний предел воспламенения" к пылям не применяется.

Воспламенение жидкости может произойти только в том случае, если над ее поверхностью имеется смесь паров с воздухом в определенном количественном соотношении, соответствующим нижнему температурному пределу воспламенения.

Меры по пожарной профилактике.

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, режимные и эксплуатационные.

*Организационные мероприятия:* предусматривают правильную эксплуатацию машин и внутривозовского транспорта, правильное содержание зданий, территории, противопожарный инструктаж и тому подобное.

*Технические мероприятия:* соблюдение противопожарных правил и норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования.

*Режимные мероприятия* - запрещение курения в неустановленных местах, запрещение сварочных и других огневых работ в пожароопасных помещениях и тому подобное.

*Эксплуатационные мероприятия* – своевременная профилактика, осмотры, ремонты и практика тушения пожаров наибольшее распространение получили следующие принципы прекращения горения:

изоляция очага горения от воздуха или снижение концентрации кислорода путем разбавления воздуха негорючими газами (углеводороды  $CO_i < 12 - 14 \%$ ).

охлаждение очага горения ниже определенных температур;

3) интенсивное торможение (ингибирование) скорости химической реакции в пламени;

4) механический срыв пламени струей газа или воды;

5) создание условий огнепреграждения (условий, когда пламя распространяется через узкие каналы).

Средства тушения пожара.

Вещества, которые создают условия при которых прекращается горение называются огнегасящими. Они должны быть дешевыми и безопасными в эксплуатации не приносить вреда материалам и объектам.

Вода является хорошим огнегасящим средством, обладающим следующими достоинствами: охлаждающее действие, разбавление горючей смеси паром (при испарении воды ее объем увеличивается в 1700 раз), механическое воздействие на пламя, доступность и низкая стоимость, химическая нейтральность.

Недостатки: нефтепродукты всплывают и продолжают гореть на поверхности воды; вода обладает высокой электропроводностью, поэтому ее нельзя применять для тушения пожаров на электроустановках под напряжением.

Тушение пожаров водой производят установками водяного пожаротушения, пожарными автомашинами и водяными стволами. Для подачи воды в эти установки используют водопроводы.

К установкам водяного пожаротушения относят спринклерные и дренчерные установки.

Спринклерная установка представляет собой разветвленную систему труб, заполненную водой и оборудованную спринклерными головками. Выходные отверстия спринклерных головок закрываются легкоплавкими замками, которые расплавляются при воздействии определенных температур (345, 366, 414 и 455 К). Вода из системы под давлением выходит из отверстия головки и орошает конструкции помещения и оборудование.

Дренчерные установки представляют собой систему трубопроводов, на которых расположены специальные головки - дренчеры с открытыми выходными отверстиями диаметром 8, 10 и 12, 7 мм лопастного или розеточного типа, рассчитанные на орошение до 12 м<sup>2</sup> площади пола.

Дренчерные установки могут быть ручного и автоматического действия. После приведения в действие вода заполняет систему и выливается через отверстия в дренчерных головках.

Пар применяют в условиях ограниченного воздухообмена, а также в закрытых помещениях с наиболее опасными технологическими процессами. Гашение пожара паром осуществляется за счет изоляции

поверхности горения от окружающей среды. При гашении необходимо создать концентрацию пара приблизительно 35 %.

Пены применяют для тушения твердых и жидких веществ, не вступающих во взаимодействие с водой. Огнегасящий эффект при этом достигается за счет изоляции поверхности горючего вещества от окружающего воздуха. Огнетушащие свойства пены определяются ее кратностью - отношением объема пены к объему ее жидкой фазы, стойкостью дисперсностью, вязкостью. В зависимости от способа получения пены делят на химические и воздушно-механические.

Химическая пена образуется при взаимодействии растворов кислот и щелочей в присутствии пенообразующего вещества и представляет собой концентрированную эмульсию двуокиси углерода в водном реакторе минеральных солей. Применение химических солей сложно и дорого, поэтому их применение сокращается.

Воздушно-механическую пену низкой (до 20), средней (до 200) и высокой (свыше 200) кратности получают с помощью специальной аппаратуры и пенообразователей ПО-1, ПО-1Д, ПО-6К и т. д.

Инертные газообразные разбавители : двуокись углерода, азот, дымовые и отработавшие газы, пар, аргон и другие.

Ингибиторы - на основе предельных углеводородов, в которых один или несколько атомов водорода замещены атомами галлоидов (фтор, хлор, бром). Галоидоуглеводороды плохо растворяются в воде, но хорошо смешиваются со многими органическими веществами:

тетрафтордибромэтан (хладон 114В2),

бромистый метилен

трифторбромметан (хладон 13В1)

3, 5, 7, 4НД, СЖБ, БФ (на основе бромистого этила)

Порошковые составы несмотря на их высокую стоимость, сложность в эксплуатации и хранении, широко применяют для прекращения горения твердых, жидких и газообразных горючих материалов.

Они являются единственным средством гашения пожаров щелочных металлов и металлоорганических соединений. Для гашения пожаров используется также песок, грунт, флюсы. Порошковые составы не обладают электропроводимостью, не корродируют металлы и практически не токсичны.

Широко используются составы на основе карбонатов и бикарбонатов натрия и калия.

Аппараты пожаротушения: передвижные (пожарные автомобили), стационарные установки, огнетушители.

Автомобили предназначены для изготовления огнегасящих веществ, используются для ликвидации пожаров на значительном расстоянии от их дислокации и подразделяются на :

автоцистерны (вода, воздушно-механическая пена) АЦ - 40 2, 1 - 5м<sup>3</sup> воды;

специальные - АП - 3, порошок ПС и ПСБ - 3 3, 2т.

аэродромные ; вода, хладон.

Стационарные установки предназначены для тушения пожаров в начальной стадии их возникновения без участия человека. Подразделяются на водяные, пенные, газовые, порошковые, паровые. Могут быть автоматическими и ручными с дистанционным управлением.

Огнетушители - устройства для гашения пожаров огнегасящим веществом, которое он выпускает после приведения его в действие, используется для ликвидации небольших пожаров. Как огнетушащие вещества в них используют химическую или воздухомеханическую пену, диоксид углерода (жидком состоянии), аэрозоли и порошки, в состав которых входит бром.

Подразделяются: по подвижности:

ручные до 10 литров

передвижные

стационарные

по огнетушащему составу:

- жидкостные; (заряд состоит из воды или воды с добавками)

углекислотные; (СО<sub>2</sub>)

химпенные (водные растворы кислот и щелочей)

воздушно-пенные;

хладоновые; (хладоны 114В2 и 13В1)

порошковые; (ПС, ПСБ-3, ПФ, П-1А, СИ-2)

комбинированные

Огнетушители маркируются буквами (вид огнетушителя по разряду) и цифровой (объем).

Ручной пожарный инструмент - это инструмент для раскрывания и разбирания конструкций и проведения аварийно-спасательных работ при гашении пожара. К ним относятся : крюки, ломы, топоры, ведра, лопаты, ножницы для резания металла. Инструмент размещается на видном и доступном месте на стендах и щитах.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вся информация в компьютере обрабатывается с помощью двоичным кодом 0 и 1. Эти два цифра явилось причиной, что в компьютере обязательно должно быть организовано два важных процесса: кодирование и декодирование.

Кодирование – преобразование входной информации в форму, воспринимаемую компьютером, то есть двоичный код. Декодирование – преобразование данных из двоичного кода в форму, понятную человеку.

С помощью этих два процессов не только обрабатывает звук и других информацией тоже можно обрабатывать. В первой главе рассмотрен анализ принципы кодирование и декодирование звука, аналого-цифровой преобразователь, цифро-аналоговый преобразователь.

Foobar2000 это одна из многих программ который кодирует и декодирует аудио информации. В третьем главе рассмотрен как работать с кодером с помощью foobar2000. Использование foobar2000 обеспечивает достижение высоких показателей эффективности при низкой потреблении.

При этом работе нам понадобилось программа foobar2000 и Операционная Система (ОС) Windows 7.

### Используемые литературы:

1. Каримов И.А. Человек, его права и свободы - высшая ценность. Сборник работ, XIV том.
2. Станек Уильям. Справочник радиооператора. — СПб.: Русская редакция, 2009. — 329 с. — ISBN 978-5-7502-0383-3
3. ГОСТ 26.010-80 Средства измерений и автоматизации. Сигналы частотные, электрические, непрерывные, входные и выходные.
4. ГОСТ 21185-75 Измерители квазипикового уровня электрических сигналов звуковой частоты. Типы, основные параметры и методы испытаний.
5. Гаймакова Б.Д., Макарова С.К., Новикова В.И., Оссовская М.П. Мастерство эфирного выступления. – М.: Аспект-Пресс", 2004. – 283 с.
6. Большая советская энциклопедия. Том 16. – М: Изд-во “Советская энциклопедия”, 1974. – 615 с.
7. Каганов А.Ш. Исследование фонограмм на монтаж – проблемы и решения. Харьков: НИИ СЭ им. Бокариуса 2004. (в печати).
8. Станек Уильям. Справочник радиооператора. — СПб.: Русская редакция, 2009. — 329 с. — ISBN 978-5-7502-0383-3
9. <http://ikt.rtk-ros.ru/p5aa1.html>
10. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Кодирование\\_звуковой\\_информации](http://ru.wikipedia.org/wiki/Кодирование_звуковой_информации)
11. <http://ru.wikipedia.org/wiki/АЦП>
12. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Цифро-аналоговый\\_преобразователь](http://ru.wikipedia.org/wiki/Цифро-аналоговый_преобразователь)
13. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Аудиокодек>
14. [http://audiophilessoft.ru/publ/my/foobar2000\\_converter\\_setup/11-1-0-27](http://audiophilessoft.ru/publ/my/foobar2000_converter_setup/11-1-0-27)
15. <http://mobile-advice.blogspot.com/2012/01/aac-foobar2000.html>
16. <http://umonkey.net/blog/replay-gain-aware-audio-decoding/>
17. <http://www.ixbt.com/soft/foobar.shtml>