

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»
(исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Факультет ИУ «Информатика и системы управления»

Кафедра ИУ-3 «Информационные системы и телекоммуникации»

Методические указания
по выполнению домашнего задания 3
«Звуковой эффект»
по дисциплине «Микропроцессорные устройства обработки сигналов»

Для студентов, обучающихся по направлениям
2304002468, 2304007468 и 2302010065

Составитель проф. каф. ИУЗ, д.т.н.

В.С. Выхованец

Москва, 2020

Содержание

1 Общие указания	3
2 Требования к отчету	3
3 Пример выполнения домашнего задания	3
3.1 Постановка задачи	3
3.2 Описание звукового эффекта	4
3.3 Алгоритм обработки сигналов	6
3.3.1 Основная программа Main	6
3.3.2 Функция реверберации Reverb	6
3.4 Выводы	7
Список литературы	7

1 Общие указания

Целью выполнения домашнего задания является изучение и описание звукового эффекта, заданного в теме домашнего задания.

Для выполнения домашнего задания предварительно необходимо ознакомиться с учебным пособием [1], а также найти, изучить и описать заданный звуковой эффект, используя источник [2], а также другие доступные источники. Далее необходимо разработать и описать алгоритм цифровой обработки сигнала, реализующего этот звуковой эффект.

При разработке алгоритма учесть, что исходный звуковой сигнал поступает на обработку от звукового кодека по одному отсчету, получаемому при вызове функции `sam = GetSample()`, где `sam` – текущий входной отсчет звукового сигнала в формате с фиксированной запятой. Обработанные отсчеты передаются звуковому кодеку обратно путем вызова функции `PutSample(res)`, где `res` – текущий выходной отсчет звукового сигнала в формате с фиксированной запятой.

Итогом выполнения домашнего задания является оформление отчета. Срок выполнения домашнего задания – три недели с момента выдачи индивидуального задания.

2 Требования к отчету

Оформление отчета по домашнему заданию осуществляется в соответствии с ГОСТ 2.105-95 [3], список литературы по ГОСТ Р 7.0.5–2008 [4]. Отчет должен содержать:

- титульный лист;
- содержание;
- постановка задачи;
- описание звукового эффекта;
- алгоритм обработки сигналов;
- выводы;
- список литературы;
- приложения (при необходимости).

3 Пример выполнения домашнего задания

3.1 Постановка задачи

Целью домашнего задания является разработка алгоритма звукового эффекта «Реверберация». Для выполнения домашнего задания необходимо:

- ознакомиться с рекомендованной литературой;

- привести в отчете описание звукового эффекта;
- описать алгоритм обработки сигналов и данных;
- оформить отчет по домашнему заданию.

При разработке алгоритма необходимо учесть, что исходный звуковой сигнал поступает на обработку от звукового кодека по одному отсчету, получаемому при вызове функции `sam = GetSample()`, где `sam` – текущий входной отсчет звукового сигнала в формате с фиксированной запятой. Обработанные отсчеты передаются звуковому кодеку обратно путем вызова функции `PutSample(res)`, где `res` – текущий выходной отсчет звукового сигнала в формате с фиксированной запятой.

3.2 Описание звукового эффекта

Эффект реверберации звука является одним из средств достижения естественности и выразительности звучания. С его помощью легко создать иллюзию звучания в помещениях различного объема. В естественных условиях реверберация возникает в результате сложения звуковых колебаний, многократно отраженных от стен и потолка. Как правило, помещения не всегда обладают удовлетворительными акустическими условиями, и для того чтобы получить желаемое звучание, применяют устройства искусственной реверберации.

Искусственной называют реверберацию, вводимую в звуковую программу при ее передаче по электроакустическому тракту, где эффект реверберации создается с помощью специального устройства – ревербератора. Принцип получения искусственной реверберации заключается в том, что сигнал с микрофона после усиления подается на устройство, где создается последовательность его повторений, убывающих по уровню с течением времени. Полученный на выходе устройства сложный (реверберирующий) сигнал подмешивается затем в тракт звукозаписи в том или ином соотношении с уровнем основного сигнала, чем и создается необходимый звуковой эффект.

Воздействовать на получаемый эффект реверберации можно либо изменением времени реверберации, т.е. скорости затухания эхо-сигналов в самом устройстве, либо соотношением уровней прямого и реверберирующего сигналов. И тот, и другой способ регулировки влияет на субъективно ощущаемое качество звучания, которое называется гулкостью. Однако оба эти вида регулировки не всегда взаимозаменяемы. При регулировке времени искусственной реверберации звучание записываемой программы будет восприниматься, как кажущееся изменение акустики помещения, из которого ведется передача. В этих же условиях изменение соотношений между реверберирующим и прямым сигналом, схоже в принципе с изменением акустического отношения, создает эффект смены звуковых планов, т.е. большего или меньшего приближения исполнителя к микрофону. Отсюда следует, что желательно иметь возможность

раздельно регулировать оба фактора, влияющих на создания эффекта искусственной реверберации.

Использование эффекта искусственной реверберации является составной частью обработки сигнала при записи речи, пения, музыки, шумов. Такой вид обработки может диктоваться как техническими условиями, так и художественно-эстетическими задачами записи.

До появления цифровых методов обработки звука, существовало много различных способов получения искусственной реверберации. Наибольшее распространение в свое время получили магнитные ревербераторы. Рассмотрим подробнее работу магнитного ревербератора, так как он фактически отражает структуру алгоритма программы цифровой реверберации. Принцип действия магнитного ревербератора заключается в следующем (рисунок 3.1).

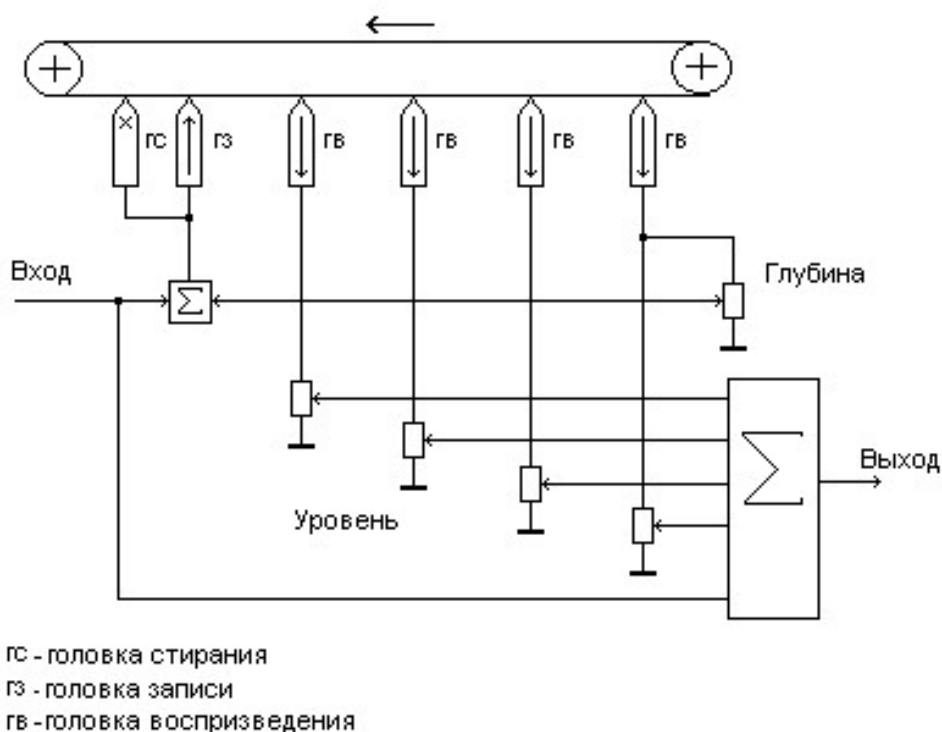


Рисунок 3.1 – Магнитный ревербератор

Сигнал, подаваемый на вход устройства через сумматор, записывается на кольцо магнитной ленты и считывается несколькими последовательно расположенными головками воспроизведения. Уровень сигнала в каждом последующем канале воспроизведения должен быть меньше предыдущего, для этого в каждом канале имеется свой регулятор уровня. Регуляторы уровня задают соотношение прямого и задержанного сигнала. Суммарный реверберирующий сигнал со всех головок воспроизведения и входа поступает на выход ревербератора. Кроме того, сигнал с одной или нескольких головок воспроизведения по цепи обратной связи через регулятор глубины, который задает затухание в петле, снова поступает на вход усилителя записи ревербератора. Сигналы на ленте после прохождения последней головки

воспроизведения стираются головкой стирания. Количество головок воспроизведения в разных типах ревербераторов может быть различным.

В цифровом ревербераторе обрабатываемый звуковой сигнал представлен в виде последовательности отсчетов с заданной разрядностью и частотой дискретизации. При этом функцию звена задержки выполняет память, функции сумматоров и регуляторов уровня операции сложения и умножения соответственно. Блок-схема устройства, реализующего простейшую реверберацию, приведена на рисунке 3.2.

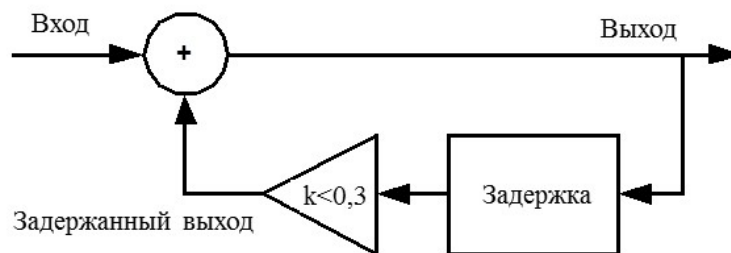


Рисунок 3.2 – Цифровой ревербератор

3.3 Алгоритм обработки сигналов

Для реализации алгоритма реверберации необходим буфер задержки (массив) Array, куда записываются последовательно получаемые отсчеты входного сигнала.

Текущий номер элемента в буфере задержки хранится в переменной Index, коэффициент ослабления задержанного сигнала – в переменной k. Длина буфера задержки задана в переменной Delay и равна времени задержки, выраженном в числе отсчетов.

Для получения абсолютного времени задержки в секундах необходимо задержку, выраженную в числе отсчетов, разделить на частоту дискретизации в герцах.

3.3.1 Основная программа Main

Функция Main вызывается при запуске программы и реализует следующие шаги алгоритма.

Шаг 1. Инициализация кодека.

Шаг 2. Обнуление буфера задержки Array и номера текущего отсчета Index.

Шаг 3. Чтение из кодека текущего отсчета сигнала x, $x = \text{GetSample}()$.

Шаг 4. Получение выходного отсчета сигнала y, $y = \text{Reverb}(x)$.

Шаг 5. Запись выходного отсчета сигнала в кодек, $\text{PutSample}(y)$.

Шаг 6. Переход на шаг 3.

3.3.2 Функция реверберации Reverb

Функция реверберации Reverb получает в качестве аргумента текущий отсчет сигнала x и возвращает его модифицированное значение y. Функция реализует следующие шаги алгоритма.

Шаг 1. Запись в буфер задержки Array вновь поступившего отсчета сигнала x , $\text{Array}[\text{Index}] = x$.

Шаг 2. Вычисление индекса ind отсчета сигнала, задержанного на время Delay, $\text{ind} = (\text{Delay} + \text{Index} - 1) \% \text{Delay}$.

Шаг 3. Чтение в переменную z задержанного отсчета, $z = \text{Array}[\text{ind}]$.

Шаг 4. Вычисление возвращаемого значения y , $y = x + k * z$.

Шаг 5. Вычисление значения индекса Index для записи следующего отсчета, $\text{Index} = (\text{Index} + 1) \% \text{Delay}$.

Шаг 6. Возврат из функции.

3.4 Выводы

В результате выполнения домашнего задания 3 изучен звуковой эффект «Реверберация», для которого разработан и описан реализующий его алгоритм.

Список литературы

[1] Выхованец, В.С. Микропроцессорные устройства обработки сигналов [Текст] / В.С. Выхованец, Н.А. Демин, Е.И. Мозговая, С.И. Назарова, Д.А. Рожкова, Е.С. Шапкина; Под ред. В.С. Выхованца. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 177 с.

[2] DAFX – Digital Audio Effects / Ed. Udo Zolzer. – Chichester: John Wiley & Sons, 2002. – 554 p.

[3] ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам. – М.: Изд-во стандартов, 2012. – 26 с.

[4] ГОСТ Р 7.0.5–2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. – М.: Изд-во стандартов, 2009. – 23 с.