

УДК 004.9

DOI: 10.47813/10.47813/ MIP:  
Engineering-IV-2022.4.77-81

EDN: [DEIHGS](https://www.edn.net/DEIHGS)



## Применение цифровых фильтров при работе с аудиозаписями на магнитных плёнках

**А.В. Блинныеков<sup>1,2,3</sup>, Т.П. Мансурова<sup>4</sup>, Е.А. Борисова<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

<sup>2</sup>Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

<sup>3</sup>КГАУК «Енисей-кино», Красноярск, Россия

<sup>4</sup>Красноярский краевой Дом науки и техники РосСНИО, Красноярск, Россия

E-mail: mansurovatp@mail.ru

**Абстракт.** В статье рассматривается опыт применения цифровых фильтров при работе с аудиозаписями на магнитных плёнках. Отмечается, что обработка цифровых сигналов подразделяется на линейную и нелинейную, но в случае с записями на магнитной плёнке мы имеем дело только с нелинейной обработкой. При этом для нелинейной обработки могут быть использованы вычислительные средства любой мощности, а время обработки, особенно с высоким качеством, может достигать нескольких минут и даже часов. Графически проиллюстрированы формы аудиосигнала после различных преобразований согласно предлагаемой методике. Отмечается, что дискретизация при каждом пересчёте становится основным способом звуковой обработки аналоговых записей.

**Ключевые слова:** магнитная плёнка, фильтр, аудиозапись, частота, дискретизация

## The use of digital filters when working with audio recordings on magnetic tapes

**A.V. Blinnikov<sup>1,2,3</sup>, T.P. Mansurova<sup>4</sup>, E.A. Borisova<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

<sup>2</sup>Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

<sup>3</sup>Regional Government-Owned Publicly Funded Institution of Culture "Enisey Kino", Krasnoyarsk, Russia

<sup>4</sup>Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations, Krasnoyarsk, Russia

E-mail: mansurovatp@mail.ru

**Abstract.** The article discusses the experience of using digital filters when working with audio recordings on magnetic tapes. It is noted that digital signal processing is divided into linear and non-linear, but in the case of magnetic tape recordings, we are dealing only with non-linear processing. At the same time, computing tools of any power can be used for nonlinear processing, and the processing time, especially with high quality, can reach several minutes and even hours. The waveforms of the audio signal after various transformations according to the proposed method are graphically illustrated. It is noted that sampling at each recalculation becomes the main method of sound processing of analog recordings.

**Keywords:** magnetic tape, filter, audio recording, frequency, sampling

## 1. Введение

В настоящее время в КГАУК «Енисей кино» осуществляется оцифровка не только киноплёнки 8 мм, 16 мм и 35 мм, но и аудиоплёнки на бабинных носителях [1]. Учитывая техническое состояние аудиоплёнок, постобработка звукового сигнала занимает достаточно длительное время, поскольку необходимо через систему фильтров «прогонять» оцифрованный звук с целью снижения уровня шума, редактирования полученных исходников и минимизации аудиоэнтропии [2-6].

Обработка каждого отдельного оцифрованного носителя информации является достаточно индивидуальной процедурой, однако существует ряд унификаций и системных обобщений, которые помогают сократить время на «чистку» записи [7-11].

По сути, обработка цифровых сигналов подразделяется на линейную и нелинейную, но в случае с записями на магнитной плёнке мы имеем дело только с нелинейной обработкой [12, 13].

## 2. Методы и материалы

Нелинейная обработка по времени не слишком ограничена, поэтому для нее могут быть использованы вычислительные средства любой мощности, а время обработки, особенно с высоким качеством, может достигать нескольких минут и даже часов.

Все это многообразие преобразований сводится, в конечном счете, к следующим основным типам:

- амплитудные преобразования;
- частотные преобразования;
- фазовые преобразования;
- временные преобразования.

По тому, какие частоты фильтром пропускаются (задерживаются), фильтры, используемые при частотной коррекции, подразделяются на следующие группы:

- фильтр низких частот;
- фильтр высоких частот;
- полосовой пропускающий фильтр;
- полосовой режекторный фильтр;
- узкополосный пропускающий фильтр;

- узкополосный режекторный фильтр.

### 3. Реализация методики и обсуждение результатов

Рассматривается аудиозвук, снятый с магнитофона Ритм 320 (рисунок 1), в монорежиме при скорости протяга магнитной ленты 19,5 см/сек.



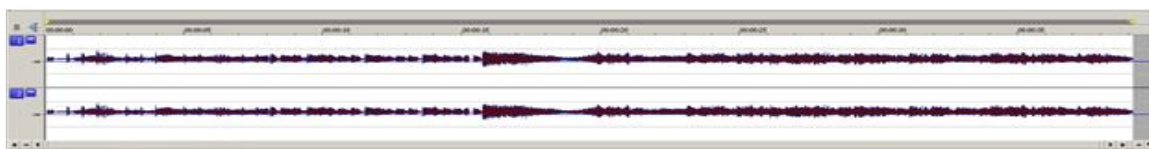
**Рисунок 1.** Аудиомагнитофон Ритм 320.

Полученный аудиосигнал визуально в редакторе представлен на рисунке 2.



**Рисунок 2.** Аудио источник.

Аудиозвук после преобразования в стереозвук, с симметричным разведением на правый и левый аудиоканал представлен на рисунке 3.



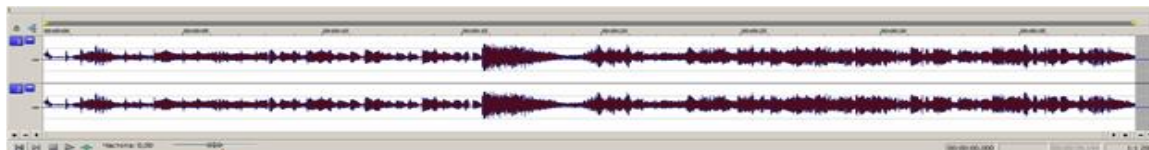
**Рисунок 3.** Аудиозвук в стерео.

После нормализации по пиковым значениям аудиозвук представляет уже более объёмную картину (см. рисунок 4).



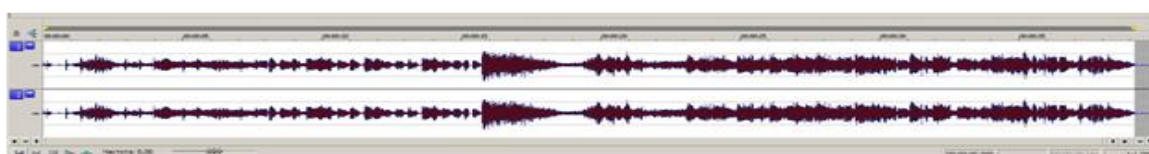
**Рисунок 4.** Нормализованный аудиозвук.

Обработка, позволяющая снизить шумы (рисунок 5), устраняет энтропию по заранее определённым значениям.



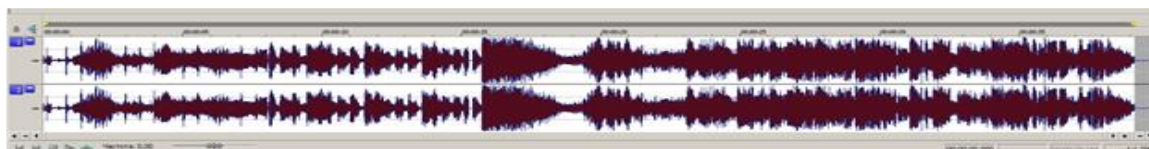
**Рисунок 5.** Снижение шумов.

Сигнал после обработки, позволяющая устранить скачки, щелчки, треск и скрип, представлен на рисунке 6.



**Рисунок 6.** Устранение резких амплитудных скачков и трескотни.

Финальное преобразование аудиосигнала в звуковую дорожку до максимального компрессионного сдвига, который позволяет без особых искажений слушать аудиофайл, представлено на рисунке 7.



**Рисунок 7.** Финальное преобразование аудиозаписи.

В практическом аспекте больше всего времени требуется на подбор дискретного шага в том или ином фильтре, преобразовании или просчёте. Это выверяется эмпирическим методом проб и ошибок, аудиально на слух и с учетом накопленного практического опыта. В этом случае дискретизация при каждом пересчёте становится основным способом звуковой обработки аналоговых записей.

#### 4. Заключение

В заключении отметим, что семейство программ звуковой обработки на сегодняшний день постоянно увеличивается, включая, например, Sony Vegas Pro, Wave SE, WaveLab, Sound Forge, Cool Edit Pro и т.д., но ключевую роль в звуковой обработке аналоговых записей, конечно, играет звукорежиссёр, осуществляющий аудио обработку с помощью аппаратно-программных средств.

## Список литературы

1. Рыжков, В. А. Внешние запоминающие устройства на магнитном носителе / В. А. Рыжков, и др. – М.: Энергия, 1978. – 224 с.
2. Spanias, Andreas. Audio signal processing and coding, wiley-interscience / Andreas Spanias, Ted Painter, Venkatraman Atti. – Inc., Publication, John Wiley & Sons, 2007. – 486 p.
3. Dai Tracy Yang, High-Fidelity Multichannel Audio Coding / Dai Tracy Yang, Chris Kyriakakis, C.-C. Jay Kuo. – New York: Hindawi Publishing Corporation, 2006. – 225 p.  
<http://www.hindawi.com/spc.1.html> <http://www.amazon.com/dp/9775945240>
4. Kahrs, Mark. Application of Digital Signal Processing to Audio and Acoustic / Mark Kahrs, Karlheinz Brandenburg. New York: Kluwer Academic Publishers, 2002. – 538 p.
5. Zolzer, Udo. Digital Audio Signal Processing / Udo Zolzer. – England: John Wiley and Sons, Inc., Chichester, 1997. – 259 p.
6. Zolzer, Udo. DAFX – Digital Audio Effects / Udo Zolzer. – UK: John Wiley and Sons, Ltd., Chichester Sussex, 2002. – 525 p.
7. Wannamaker R. A. The Theory of Dithered Quantization. Dissertation / R. A. Wannamaker. – Canada: Waterloo, Ontario, 2003. – 152 p.
8. Едронова, В. Н. Общая теория статистики / В. Н. Едронова, М. В. Едронова. – М.: ЮРИСТЪ, 2017. – 511 с.
9. Ковалгин, Ю. А. Цифровое кодирование звуковых сигналов / Ю. А. Ковалгин, Э. И. Вологдин. – СПб.: КОРОНА, принт, 2004. – 240 с.
10. Радзишевский, Александр. Основы аналогового и цифрового звука / Радзишевский Александр. – СПб.: из-во дом «Вильямс», М, Киев, 2006. – 281 с.
11. Справочник. Звуковое вещание. Под ред. Ю. А.Ковалгина. – М.: Радио и связь. 1993. – 463 с.
12. Сэломон, Д. Мир программирования. Цифровая обработка сигналов. Сжатие данных изображения и звука / Сэломон Д. – М.: Техносфера. 2004. – 365 с.
13. Цифровая звукозапись. Под редакцией Дж. Мааса и М. Веркамена. Пер. с англ. – М.: Мир, 2004. – 352 с. (Мультимедиа для профи).