

ОСОБЕННОСТИ ОЦИФРОВКИ ВИДЕОСИГНАЛА

А.С.Куверзанов

Научный руководитель – **М.И. Озерова**, доцент

Владимирский государственный университет

Описаны основы оцифровки. Представлен оцифровки, взятый из учебной литературы...

Ключевые слова: оцифровка, видеосигнал, цифровой сигнал.

Features of video digitization.

A.S.Kuverzanov

Scientific Supervisor – **M.I. Ozerova**, Associate Professor

Vladimir state university

Введение:

В настоящее время часто можно слышать о так называемой оцифровке видеоматериалов. С одной стороны, современное общество пользуется услугами оцифровки, так как считает это новшество нужным. С другой стороны, мало кто осознает всю важность и значимость таких действий. Попробуем разобраться: так ли важно оцифровывать материалы????

Для понимания значимости мероприятия нужно выяснить значение ряда терминов и ответить на вопросы: **что такое оцифровка и для чего она нужна? что такое видеосигнал?**

В различных источниках информации мы встретим разные трактовки понятия «оцифровка». Вот некоторые из них:

Оцифровка – преобразование аналоговых сигналов, данных и т.п. в цифровую форму, предназначенную для хранения информации в виде чисел.

Оцифровка видео – это перевод аналогового видеосигнала в цифровой с помощью специальных устройств.

Что же такое оцифровка видео?

Оцифровка видео, с практической точки зрения, – это перевод видеозаписи с видеокассет на DVD диск, компьютер или какой-либо иной накопитель, который происходит благодаря специальной воспроизводящей аппаратуре и компьютера. Из видеоманитфона аналоговый сигнал поступает в оцифровывающее устройство (плата видеозахвата), где преобразуется в цифровые данные. После этих действий материал может быть записан или сохранен на любой другой носитель информации, например — DVD диск, съемный диск и т.д. Главное преимущество хранения информации в таком виде (речь идет об оцифрованном материала) – это неизменяющееся со временем качество записи и удобство её использования в любом месте и в любое время.

В век компьютерных технологий в цифровом варианте хранится огромное количество информации. Сейчас стараются перевести в цифровой вид всю аналоговую информацию, такую как печатные издания, фотографии, слайды, аудиокассеты и видеозаписи. Возникает логичный вопрос: **зачем?**

Во-первых, это позволит в десятки раз увеличить срок хранения оцифрованных данных. Во-вторых, использование и распространение информации в таком виде через компьютерные сети намного удобнее, чем перенос её на других источниках (видео- аудио кассеты и т.п.). В-третьих, что тоже немаловажно, цифровая информация не ухудшается с течением времени и не теряет своих качеств при копировании.

Теперь, на примере оцифровки видео, давайте рассмотрим, как происходит вышеуказанный процесс.

Наверное, у каждого из нас есть большое количество видеокассет. Следует понимать, что запись на этот носитель осуществляется через аналоговый сигнал.

Аналоговый сигнал – это магнитный сигнал на видеопленке в кассете, являющийся «нестабильным» и теряющий во время копирования свое качество. Это, несомненно, огромный минус. Однако в настоящее время учёными разработаны новые технологии, позволяющие хранить информацию, в том числе и видео, на цифровых носителях, в основе которых лежит запись с помощью цифрового сигнала.

Цифровой сигнал – это данные, которые зашифрованы в цифровом виде, то есть в виде набора цифр. При копировании такой информации копируются цифры, что позволяет сохранять неизменное качество копируемой информации. Это является главным преимуществом цифрового сигнала перед аналоговым.

Часто мы считаем, что благодаря бережному хранению свои видеозаписей качество изображения и демонстрация на них не ухудшается. Это заблуждение! Запись на видеокассетах портится с течением времени, даже несмотря на очень аккуратное её хранение. Такой факт легко объяснить. Магнитная пленка со временем теряет свои качества, в результате чего на изображении могут появиться помехи, а часть записи вообще может исчезнуть. Чем дальше, тем больше вероятность утраты ценной записи. Через какое-то время от записи может вообще ничего не остаться. К сожалению, восстановить испорченную или утраченную запись уже никогда не удастся.

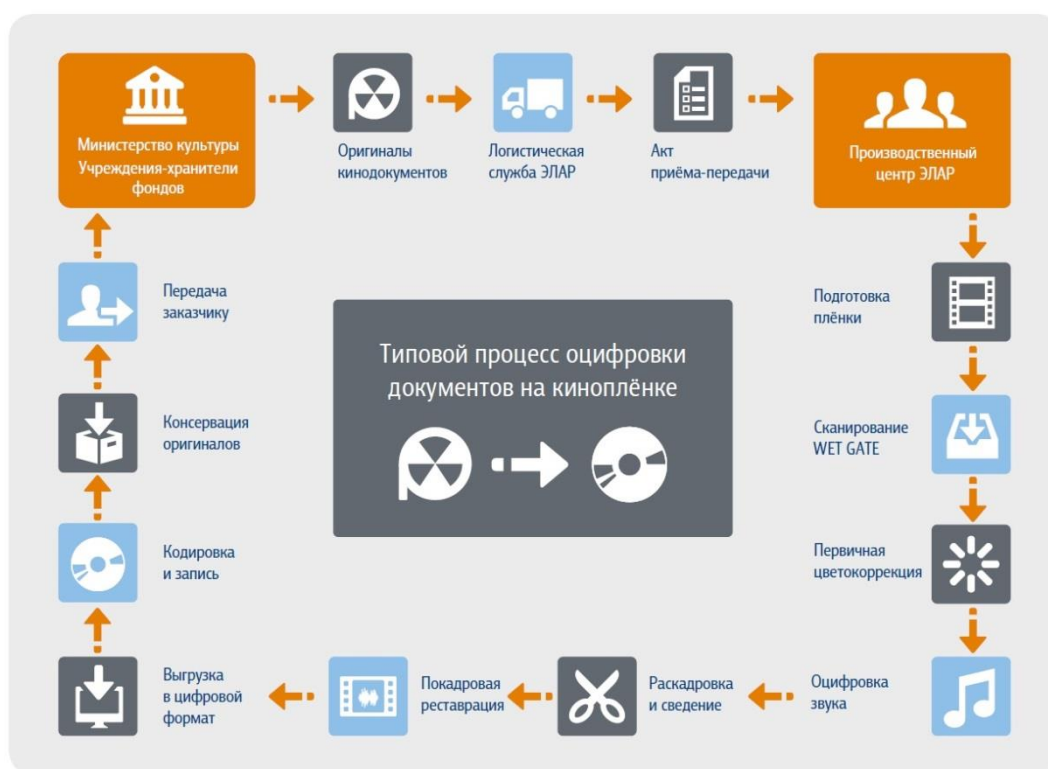
Приведённые факты и доводы позволяют сделать вывод о **необходимости как можно скорее цифровать свои видеозаписи**. Это позволит нам не только сохранить записанный материал, но и передать их в хорошем качестве своим потомкам.

Теперь, становится ясно, что аналоговый сигнал во многом уступает современному цифровому. Давайте рассмотрим принцип преобразования сигнала.

Какие же этапы проходят аналоговый сигнал при его преобразовании в цифровой и кому, прежде всего, может быть важен этот процесс?

Оцифровка киноплёнки является очень актуальным и востребованным действием.

Типовой процесс оцифровки киноплёнки как наиболее сложного аналогового формата выглядит так:



Источник: ЭЛАР, 2016

1 этап – подготовительный, или экспертиза.

Оцифровка начинается с определения состояния архивного фонда, во время которого определяется тип носителя информации, формат записи, материал основы плёнки, скорость записи данных, общее состояние плёнки и многие другие важные моменты, которые позволяют сформировать точную картину состояния пленки и ее технические характеристики. После такой экспертизы появляется возможность определения разрешения, в котором возможна оцифровка кинодокумента.

2 этап - подготовительные работы.

Следует отметить, что перед началом оцифровки киноплёнка проходит ряд проверок, всевозможных чисток, проверяется наличие повреждений и качество их склейки (ведь раньше разрывы склеивались механическим путём). Все изъяны в конечном итоге должны быть устранены. Только тогда киноматериал считается готовым к обработке.

3 этап – оцифровка.

Естественно, что серийная оцифровка требует производительного оборудования, именно поэтому для оцифровки пленочных носителей используют исключительно высокоскоростные покадровые киносканеры. К сожалению, такая аппаратура очень дорогостоящая, поэтому ей обладают лишь несколько компаний, которые специализируются на оцифровке кинолент.

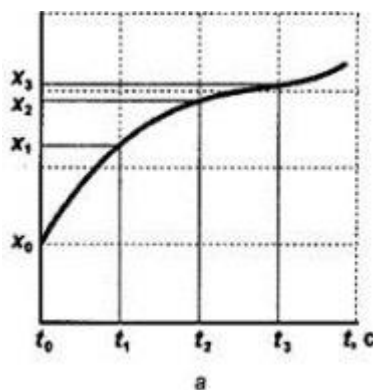
Значимые моменты

Однако оцифровка кино- и фотодокументов ежегодно становится все доступнее как по стоимости, так и по качеству. Но нужно помнить, что по-настоящему качественную услугу может оказать только предприятие, специализирующееся по этому виду деятельности, где соблюдаются все требования транспортировки, передачи, хранения полученных материалов. Ведь без этого видео- аудио материал может быть утрачен.

Еще следует помнить, что цифровые видео и аудиозаписи – это достаточно емкие по размеру файлы, поэтому необходимо заранее предусмотреть возможность их хранения, создав профессиональное электронное хранилище.

Каковы же принципы оцифровки сигналов?

Основной принцип оцифровки сигналов, оказывается, достаточно простой. Он чётко показан на рис. 1 а



В определённые моменты времени t , t_i , h берется мгновенное значение аналогового сигнала и на него словно накладывается некая мера измерения, так называемая линейка, проградуированная в двоичном масштабе. Отличие такой линейки от привычного нам инструмента измерения (метр-дециметр-сантиметр и т.п.) состоит в том, что её деления делятся пополам, затем еще раз пополам и т. д. Количество таких делений зависит от разрешающей способности. Приведем пример: если длина такой линейки составляет, допустим, 2,56 м, а самое мелкое деление — 1 см (это точность измерения), то, как вы сами можете сосчитать, таких делений будет ровно 256, в свою очередь их можно представить двоичным числовым размером 1 байт или 8 двоичными разрядами.

Не меняется ничего и в случае, когда мы измеряем не длину, а сопротивление или напряжение, иной будет лишь так называемая «линейка». Таким образом, мы получаем последовательные отсчеты величины сигнала x_i , x_g , x_3 . Следует отметить, что при выбранной нами разрешающей способности и числе разрядов возможно померить величину не более определённого значения, которое соответствует максимальному числу, в данном случае 255. В противном случае придется или менять разрешающую способность в сторону ухудшения (растягивать ее), или увеличивать число разрядов (удлинять «линейку»). Выше описанная система и составляет принцип работы аналого-цифрового преобразователя (АЦП.), что показано на рис. 1 б

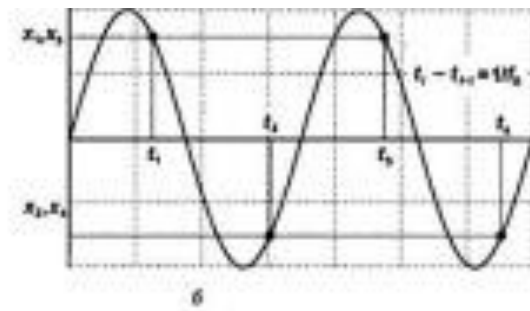


График на рисунке 1 а показывает процесс для случая, когда нам необходимо измерить какую-либо изменяющуюся во времени величину. Если же измерения производить регулярно, с известной заданной частотой (частотой дискретизации или частотой квантования), то допустима запись лишь значения сигнала. При необходимости же восстановления первичного сигнала по записанным значениям, это возможно будет сделать при известной частоте дискретизации и принятом масштабе. Следовательно, мы в любое время сможем восстановить исходный сигнал, отложив точки на графике и соединив их плавной линией.

Но что мы при этом теряем? Рисунок 1 б иллюстрирует знаменитую теорему Котельникова (за рубежом она называется Найквиста). Нашему вниманию представлена синусоида предельной частоты, которую возможно восстановить только при наличии массива точек, полученных с частотой дискретизации f_d . Поскольку в формуле для синусоидального колебания $A \sin(2\pi f t)$ имеется два независимых коэффициента (A — амплитуда, и f — частота), то, для однозначного восстановления первоначального вида графика, необходимы как минимум две точки на каждый период, другими словами, частота оцифровки должна быть минимум в два раза больше, чем самая высокая частота в спектре исходного аналогового сигнала. В этом заключается одна из расхожих формулировок теоремы Котельникова— Найквиста.

. Но это не единственный способ оцифровки. Существует так называемое дискретное преобразование Фурье.

Дискретное преобразование Фурье (сокращенно ДПФ) — это способ спектрального анализа дискретных сигналов, подразумевающий, что обрабатываемый сигнал имеет конечную длительность, то есть содержит конечное число отсчетов. При этом оказывается, что для представления сигнала в виде суммы гармонических колебаний (а именно в этом состоит смысл любого варианта преобразования Фурье) уже не нужна непрерывная функция частоты, достаточно конечного набора чисел.

В большинстве случаев задача вычисления (получения) спектра сигнала выглядит так: имеется АЦП, который с частотой дискретизации f_d преобразует непрерывный сигнал, поступающий на его вход в течение времени T , в цифровые отсчеты — N штук. Далее массив отсчетов подается в некую программку, которая выдает $N/2$ каких-то числовых значений.

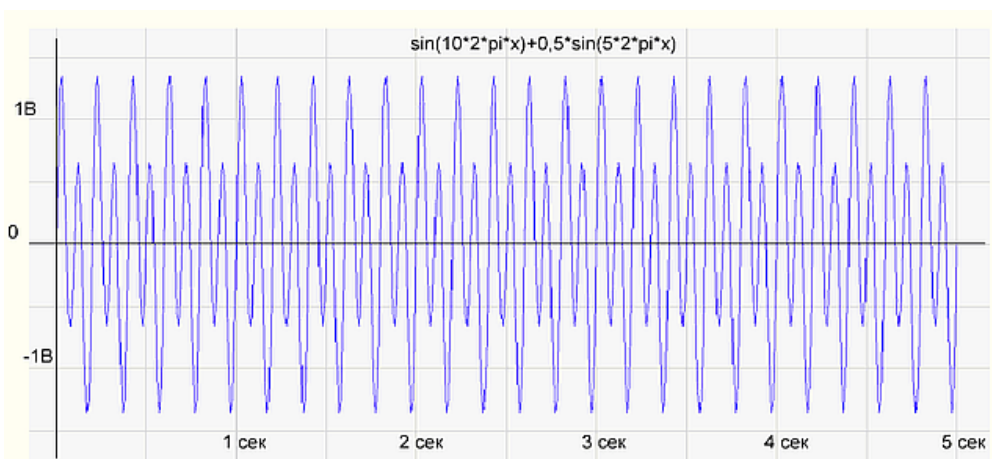


Рис. 2 а график временной функции сигнала

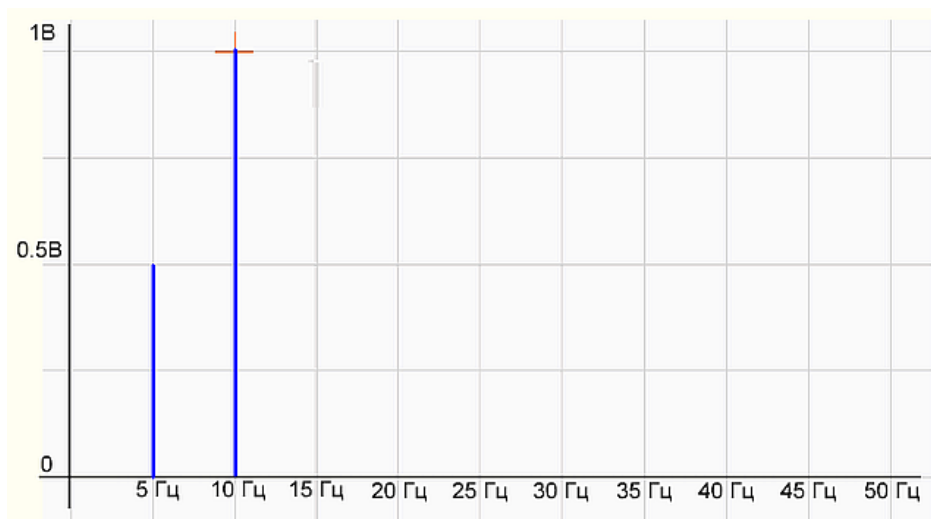


Рис 2 б График спектра сигнала

Преобразование Фурье дает возможность представить непрерывную функцию $f(x)$ (сигнал), определенную на отрезке $\{0, T\}$ суммой бесконечного числа (бесконечного ряда) тригонометрических функций (синусоид и/или косинусоид) с определёнными амплитудами и фазами, также рассматриваемых на отрезке $\{0, T\}$. Что и называется рядом Фурье.

Следует отметить еще некоторые моменты, понимание которых требуется для правильного применения преобразования Фурье к анализу сигналов. Если рассмотреть ряд Фурье (сумму синусоид) на всей оси X , то можно увидеть, что вне отрезка $\{0, T\}$ функция, представленная рядом Фурье, будет периодически повторять нашу функцию.

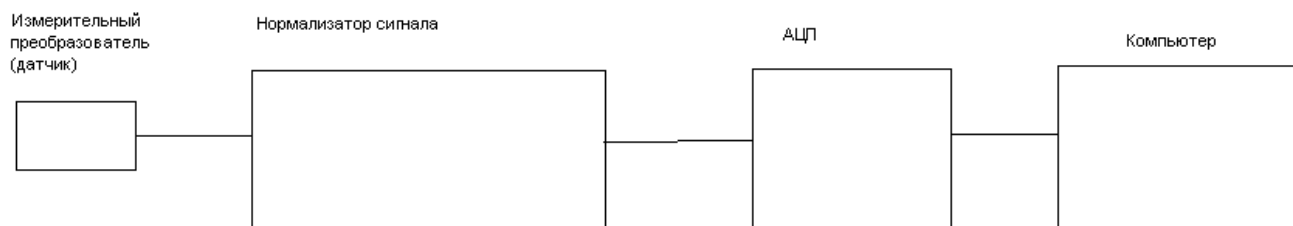
На графике спектра имеется две палки (гармоники) 5 Гц с амплитудой 0.5 В и 10 Гц — с амплитудой 1 В, все как в формуле исходного сигнала.

Из этого следует, что если подать на вход АЦП реальный сигнал из смеси двух синусоид, то получаем аналогичный спектр, состоящий из двух гармоник.

Вывод: реальный измеренный сигнал, длительностью 5 сек, оцифрованный АЦП имеет **дискретный непериодический** спектр.

Дискретные сигналы и дискретное преобразование Фурье

Обычная схема измерения и оцифровки сигнала выглядит следующим образом.



Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) используется, чтобы вычислить спектр сигнала по его дискретным отсчетам. Напомним, что спектр дискретного сигнала «по определению» ограничен частотой $F_{\text{макс}}$, меньшей половине частоты дискретизации F_d , поэтому спектр дискретного сигнала может быть представлен суммой конечного числа гармоник, в отличие от бесконечной суммы для ряда Фурье непрерывного сигнала, спектр которого может быть неограничен. Согласно теореме Котельникова максимальная частота гармоники должна быть такой, чтобы на нее приходилось как минимум два отсчета, поэтому число гармоник равно половине числа отсчетов дискретного сигнала. То есть если в выборке имеется N отсчетов, то число гармоник в спектре будет равно $N/2$.

Теперь об обратном преобразовании. В действительности, никакого так называемого обратного преобразования цифра-аналог в ЦАП, которые мы рассмотрим здесь, не происходит. Мы выражаем двоичное число в виде пропорциональной величины напряжения, то есть по факту занимаемся только преобразованием масштабов. Вся аналоговая шкала поделена на кванты — то есть градации, соответствующие разрешающей способности нашей двоичной «линейки». Если максимальное значение сигнала равно, к примеру, 2,56 В, то при восьмиразрядном коде мы получим квант в 10 мВ, и что происходит с сигналом между этими значениями, а также и в промежутки времени между отсчетами, мы не знаем и узнать не можем. Если взять ряд последовательных отсчетов некоего сигнала, то в конечном итоге мы получим ступенчатую картину, показанную на рис. 3 а.

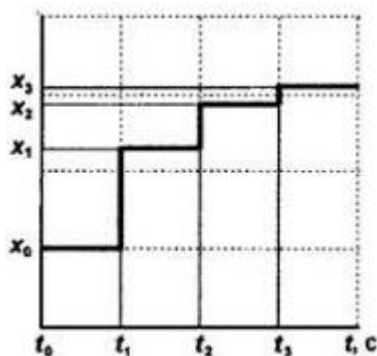


Рис. 3 а Восстановление оцифрованного сигнала.

Этот график лишь приблизительно представляет начальный сигнал. Степень достоверности полученной кривой возможно повысить, во-первых, если брать отсчеты почаще, и во-вторых, если увеличивать разрядность. Тогда ступеньки будут меньше, и появится надежда, что при достаточно высоком разрешении, как по времени, так и по квантованию, кривая станет мало отличаться от непрерывной аналоговой линии.

Заметки на полях

Очевидно, что в случае звуковых сигналов дополнительное сглаживание, например, с помощью ФНЧ здесь попросту не требуется, ибо оно только ухудшит картину, отрезая высокие частоты еще больше. К тому же всякие аналоговые усилители сами сгладят сигнал, и органы чувств человека тоже поработают в качестве фильтра. Так что наличие ступенек само по себе несущественно, если они достаточно мелкие, а вот резкий спад частотной характеристики выше некоторой частоты сказывается на качестве звука фатальным образом. Многие люди с хорошим музыкальным слухом утверждают, что они безошибочно отличают цифровой звук CD-качества (дискретизация которого производится с частотой 44,1 кГц, то есть со срезом на частоте заведомо более высокой, чем уровень восприятия человеческого слуха, и с числом градаций не менее 65 тысяч на весь диапазон) от настоящего аналогового звука, например, с виниловой пластинки или с магнитофонной ленты. По этой причине качественный цифровой звук записывается с гораздо более высокими частотами дискретизации, чем формально необходимо, например, 192 и даже 256 кГц, и тогда он становится действительно неотличим от исходного. Правда, напрямую оцифрованный звук записывают разве что на диски в формате Audio CD (с указанными характеристиками), а почти для всех остальных форматов используют компрессию — сжатие по специальным алгоритмам. Если бы не компрессия, для записи не хватило бы ни емкости современных носителей, ни быстродействия компьютерных сетей: всего одна минута стереозвука с параметрами CD-качества занимает на носителе около 10 Мбайт, можете проверить самостоятельно.

Углубляться в особенности дискретизации аналоговых периодических сигналов в этой статье не будем, так как это очень обширная область современной инженерии, которая, в первую очередь, связана с оцифровкой, хранением, копированием и воспроизведением звуковых и видео – файлов.

<http://nauchebe.net/2010/06/principy-ocifrovki-signalov/>

Короткая ссылка на материал: [//cnews.ru/link/a4455](http://cnews.ru/link/a4455)

https://scan.cnews.ru/articles/2016-02-24_kak_otsifrovyyvayutsya_plenki_kino_foto_i_zvuk

Литература

Хоровиц П., Хилл У. [Искусство схемотехники](#): В 3-х томах: Т. 2. Пер. с англ.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Мир, 1993.—371 с., ил. [ISBN 5-03-002338-0](#).

Behzad Razavi, Principles of Data Conversion System Design. [ISBN 0-7803-1093-4](#).

<http://www.pro-vid.ru/chto-takoe-ocifrovka-video/>