УДК 577.3

О ПЕРЕДАЧЕ И ПРИЕМЕ ВИДЕОСИГНАЛОВ С РАЗЛИЧНОЙ СКВАЖНОСТЬЮ

Ю.А. Осокин, А.В. Успек
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
г. Барнаул

Статья посвящена исследованию проблем быстрой и надежной передачи и приема видеоинформации с учетом динамических характеристик сигналов. При этом принималось во внимание быстрота восприятия, малоизбыточность содержания информации. Экспериментально установлено, что при увеличении скважности сигналов при одновременном увеличении импульсной мощности в пределах среднеинтегральных номинальных нагрузок источников энергии быстрота восприятия информации увеличивалась.

Ключевые слова: передача, прием видеоинформации, динамические характеристики сигналов, скважность, частота.

При проектировании приборов с оптимальными интерактивными характеристиками «человек оператор - прибор» одной из проблем является быстрота и надежность передачи информации. Особое значение на качество передачи и восприятия оказывают динамические свойства и форма сигналов, с помощью которых передается информация.

Целью работы является исследование возможностей передающих каналов на основе применения сигналов с различной скважностью. При этом во внимание принимались восприимчивость сигналов на критических частотных пределах восприятия. Оценка граничных динамических параметров, критической частоты восприятия позволяет повысить качество передачи и приема информации, в частности, на основе применения видеосигналов.

Скважность – это отношение периода следования импульсов к их длительности. Эта характеристика сигналов применяется, как правило, при энергетических расчетах в импульсной и радиолокационной технике.

На динамику восприятия также оказывает логичность, понятность, избирательность малоизбыточность содержания информации и др.свойства.

Энергия короткого импульса может достигать бесконечно больших величин [1]. Так в спектральном аспекте из равенства Парсеваля:

$$E = \frac{1}{\pi}\int_0^{\infty} S^2(\omega)\,d\omega$$

следует, что полная энергия сигнала E при $S(\omega) = 1$ стремится к бесконечности.

При оценке энергии сигнала в функции времени, энергия импульса пропорциональна квадрату амплитуды сигнала и отношению 1/ t2имп, где тимп – длительность сигнала. Т.е.:

$$E_{имп} = k\,K_{a2}\,(1/\,t2_{имп}),$$

где $K_a = U_{скв}/U_0$, Ка – коэффициент амплитуды импульсов.

Таблица 1 – Значения скважности сигналов, амплитуды и энергии импульсов

Скважность K_c	2	4	8	16
$K_a = U_{скв}/U_0$	2	4	8	16
$(K_a)^2$	4	16	64	256
$t_{имп}$	0.5	0.25	0.125	1/16
$1/t^2_{имп}$	4	8	16	32
$(K_a)^2\ 1/t^2_{имп}$	16	128	1024	8192
$E_{имп}$	16k	128 k	1024 k	8192 k

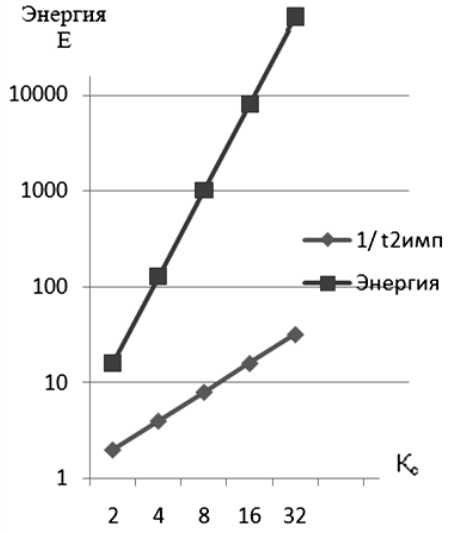

Рисунок 1 – График зависимости энергии импульса от скважности

При оценке амплитуды сигнала следует брать во внимание электрические параметры коммутационных электронных элементов, возможности которых ограничены.

На практике, при передаче видеоинформации, например, в цифровых отсчетных шкалах широко используются сигналы с большим уровнем (до 16) скважности. Эта методика характерна для динамических методов передачи видимой цифровой информации.

По закону У.Тальбота при мелькании видимого сигнала он воспринимается как среднее интегральное значение яркости В, Кд/м2:

$$B = \int_0^T B(t)dt.$$

Поэтому, начиная с определенных значений частоты мерцания, сигнал воспринимается как непрерывный.

Учитывая, что при спаде яркости визуальное восприятие В2 определяется экспоненциально:

$$B_2 = Be^{-t/\tau},$$

где τ - постоянная времени зрения, характеристика инерционности восприятия (соответствует изменению визуальной яркости в е раз).

На инерционность зрения влияет величина яркости. При изменении яркости от малых до больших (В = 320 Кд/м2) значений τ может существенно изменяться (в пределах от 0,2 до 0,05 с). На частоте 40 Гц при скважности Кс = 16 и $\tau = 0{,}05$ интегральная величина яркости изменится более, чем на 65% от амплитудного значения и фиксация мерцания сигнала достаточно реальна.

Критическая частота мелькания – частота, при которой мелькание с достаточной достоверностью становится незаметным. Экспериментальные исследования показывают, что при скважности Т/тимп = 2 критическая частота определяется:

$$Fкр = км \lg B + 30,$$

где км – экспериментальный коэффициент, км = 8 - 10.

При яркости, характерной для мониторов с видеоинформацией (В = от 1,4 до 70) экспериментально установлено, что при км = 10 надежно видимый порог критической частоты составляет fкр = от 40 Гц до 45 Гц. Яркость полупроводникового источника красного цвета при этом составляла:

$$B = 32 Кд/М2.$$

В данном выражении Fкр зависит только от яркости и не учитывается скважность, спектральные характеристики источника излучения и другие свойства источника сигнала и принимающего объекта.

Предполагая, что динамические характеристики зрительного восприятия также зависят и от скважности, и от цвета и от формы сигналов спроектирована схема для проведения экспериментов.

Экспериментально измерялась критическая частота мелькания светового сигнала fкр в зависимости от скважности кс и формы (гармонической или прямоугольной). На рисунке 2 [2] при Кс =4 интегральная величина яркости была в 2 раза меньше, чем в других случаях. Следовательно, величина fкр при одинаковой яркости источника выше на величину lg 2, то есть в 1,3 раза, от fкр = 40 Гц до fкр = 52 Гц.

При увеличении скважности с поддержанием средней мощности в пределах номинальных значений мгновенную величину яркости можно реально увеличить в соответствующее количество раз! Однако интегральное значение яркости с учетом больших пауз изменяется более сложным образом, так изменяется уровень модуляции при осадке яркости на более коротких временных интервалах. Поэтому формула Тальбота не дает возможности оценить реальные границы восприятия мерцающей видеоинформации. Инерционность зрения зависит от величины яркости сигнала в импульсных режимах с большой скважностью.

Определенное значение имеет также спектральная чувствительность к цвету сигнала. В частности, учитывалось, что видимая мощность излучения источника красного цвета (полупроводникового светодиода) существенно снижена. При произвольном значении длины волны λ видимый глазом световой поток воспринимается как:

$$\Phi(\lambda) = 683 \cdot \upsilon(\lambda) F,$$

где F – мощность источника излучения.

Длина волны источника красного цвета выше оптимальной (зеленый цвет), а спектральная чувствительность зрения снижена.

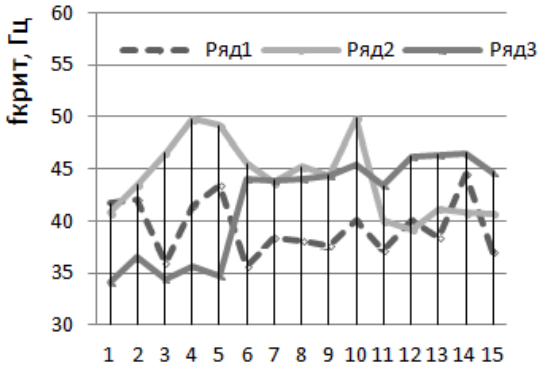

Рисунок 2 – Вариант результатов экспериментов: ряд 1 – скважность $к_с$ =4, ряд 2 – $к_с$ = 2, ряд 3 – $к_с$ = 2 (гармонический сигнал)

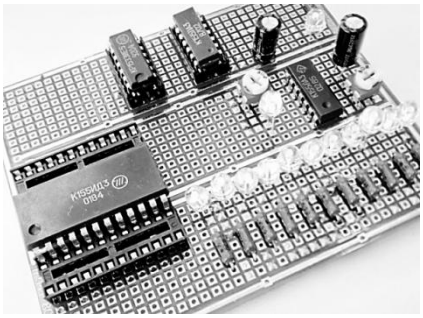

Рисунок 3 – Вариант макетной реализации схемы для исследования скважности

Выводы

При использовании передачи сигналов с повышенной скважностью технически можно увеличивать мгновенную величину яркости, что дает возможность существенно улучшить качество восприятия динамической информации.

1. Следует учитывать, что качество восприятия динамической информации снижается при малых значениях t / τ ;

2. При двухкратном увеличении скважности (до Кс=4) величина fкр выше на величину lg 2, то есть в 1,3 раза от fкр = 40 до fкр = 52 Гц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. Учебник для ВУЗов. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: «Сов. радио», 1977, 608 с.
2. Осокин Ю.А., Горбунов С.М., Малявин А.И. О восприятии видеосигналов с различной скважностью. Ползуновский альманах 2012, №2. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2012. – С.194.

Осокин Юрий Анатольевич – к.т.н., доцент, e-mail: y-osokin@mail.ru, Успек Анастасия, студент кафедры ИТ.