

АКУСТООПТИЧЕСКИЙ СПОСОБ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИИ

А. Р. ГАСАНОВ

Институт Физики АН Азербайджана,
Баку, 370143, пр. Г. Джавида, 33

В статье рассматривается возможность использования взаимодействия световых и акустических волн в фотоупругих средах для осуществления широтно-импульсной модуляции, представляется акустооптический способ широтно-импульсной модуляции и устройство реализующее описанный способ.

Акустооптические линии задержки (АОЛЗ) [1] применяются для решения ряда важных радиотехнических задач, в том числе, для коррекции временных искажений сигналов [2], для преобразования временного масштаба сигналов [3], для следающего приема ЧМ радиосигналов [4] и т.д.

Особенности АОЛЗ можно использовать для широтно-импульсной модуляции (ШИМ) последовательности прямоугольных импульсов.

Основным узлом широтно-импульсных модуляторов является временной модулятор непрерывного действия, чувствительный к амплитуде модулирующего низкочастотного (НЧ) напряжения. В этом контексте плавно-управляемая АОЛЗ обладает высокими потенциальными возможностями, которые могут обеспечивать большой индекс модуляции по сравнению с существующими аналогами. При этом эти устройства обеспечивают высокую линейность ШИМ.

На основании изложенного, синтезирован акустооптический способ широтно-импульсной модуляции. Структурная схема способа приведена на рис.1. Здесь модулируемая импульсная последовательность $u(t)$ поступает на вход плавно-управляемой АОЛЗ и на S вход триггера. Под действием модулирующего (первичного) сигнала $U_{\Omega}(t)$ формирующий каскад обеспечивает сканирование излучения источника когерентного света (ИКС) в апертуре акустооптического модулятора (АОМ), АОЛЗ. При этом, задержанная импульсная последовательность поступает на R-вход триггера. В результате на выходе триггера формируются импульсы, длительности которых прямо пропорциональны амплитуде модулирующего сигнала.

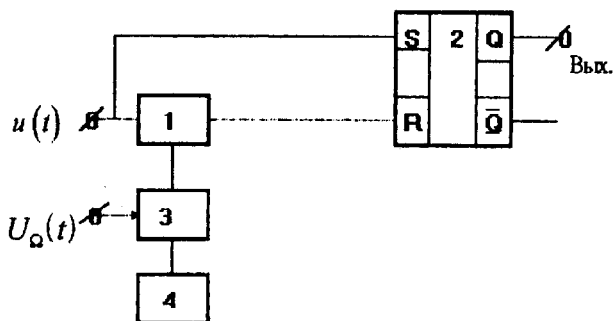


Рис.1. Структурная схема акустооптического способа широтно-импульсной модуляции. 1- плавноуправляемая АОЛЗ; 2 - триггер; 3 - формирующий каскад; 4-ИКС.

Структурно-электрическая схема, реализующая описанный способ, модулятора приведена на рис.2.

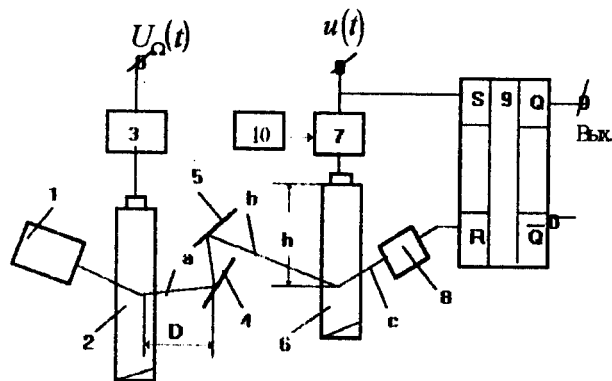


Рис.2. Структурно-электрическая схема акустооптического широтно-импульсного модулятора.

- 1 - лазер; 2,6 - АОМ; 3 - управляемый генератор;
- 4,5 - зеркала; 7 - импульсный модулятор; 8 - ФПУ;
- 9 - RS триггер; 10 - ГВЧ.

Луч лазера 1 падает в апертуру АОМ 2 под углом Брэгга, определяемым из соотношения

$$\sin \theta_B = 0,5 \lambda / A_1 \quad (1)$$

где λ - длина волны падающего света; A_1 - длина упругой волны в светозвукопроводе АОМ 2. С выхода управляемого генератора (УГ) 3 на вход АОМ 2 поступают, модулированные по частоте $U_{\Omega}(t)$, высокочастотные колебания. Частота покоя УГ равна центральной частоте АОМ 2.

Изменение частоты УГ осуществляется с помощью управителя (варикапа), свойства которого описываются характеристикой вида

$$\Delta f = \Phi(U_{\Omega}) \quad (2)$$

Это уравнение для малых изменений $U_{\Omega}(t)$ может быть заменено линейным

$$\Delta f \approx S_y U_{\Omega} \quad (3)$$

где S_y - крутизна характеристики управителя, Гц/В.

Модулируемый прямоугольный импульс $u(t)$ поступает на вход импульсного модулятора 7 и на "S" вход триггера 9 одновременно, переводя последний в состояние "I". Импульсный модулятор 7 и генератор высокой

частоты 10 обеспечивают перенос спектра модулируемых импульсов в область рабочих частот АОМ 6.

Для малых приращений частоты упругих колебаний в светозвукопроводе АОМ 2, приращение угла дифракции луча "а", в соответствии с соотношением (1) будет определяться следующим образом:

$$\Delta\theta_B = 0,5\Delta f\lambda/v_1, \quad (4)$$

где v_1 - скорость распространения упругих волн в светозвукопроводе АОМ 2. При этом луч "b" в апертуре АОМ 6 переместится на расстояние Δh . Продифрагировавший в АОМ 6 луч "с" падает на фоточувствительную поверхность фотоприемного устройства (ФПУ) 8, выходной импульс которого переводит триггер 9 в состояние "0".

Длительность прямоугольного импульса τ на выходе Q триггера 9 будет определяться соотношением

$$\tau = (h \pm \Delta h) / v_2, \quad (5)$$

где v_2 - скорость распространения упругих волн в светозвукопроводе АОМ 6.

Из рис.2 следует, что

$$\Delta h \approx k D s \sin \Delta \theta_d, \quad (6)$$

где k - коэффициент передачи оптической системы состоящей из зеркал 4 и 5. Учитывая малость $\Delta \theta_d$, соотношение (6) можно переписать в следующем виде

[1] С.В. Кулаков. Акустооптические устройства спектрального и корреляционного анализа сигналов. Л.: Наука, 1978, с. 144.

[2] А.М. Пашаев, А.Р. Гасанов. Радиотехника, 1996, №8.

[3] А.Р. Гасанов и др. Авторское свидетельство № 1831236 от 13.10.1992.

[4] А.М. Пашаев, А.Р. Гасанов. Приборы и системы управления, 1996, № 10.

A.R. Həsənov

ENİNƏ İMPULS MODULYASIYASININ AKUSTOOPTİK ÜSULU

Məqələdə fotoelastik mühitlərdə akustooptik qarşılıqlı tə'sirin eninə impuls modulyasiyası üçün istifadə olunması məsələsinə baxılır, eninə impuls modulyasiyasının akustooptik üsulu və bu üsulu reallaşdıran qurğu sintez olunur.

A.R. Gasanov

ACOUSTIC-OPTICAL MODE OF A REALIZATION OF PULSE-WIDTH MODULATION

In this paper the possibility of use of interaction of light and acoustic waves in photoelastic mediums for a realization pulse-width modulations is considered. The acoustic optical mode pulse-width modulations and device realizing this mode are described.

$$\Delta h \approx k D \Delta \theta_d \approx 0,5 k D \Delta f \lambda / v_1, \quad (7)$$

Подставляя (3) и (7) в (5), получаем

$$\tau \approx \tau_0 \pm c U_\Omega, \quad (8)$$

где $\tau_0 = h/v_2$ - длительность импульса на выходе Q триггера 9 при $U_\Omega(t) = 0$; $c = 0,5 k D \lambda S_y / (v_1, v_2)$ - постоянный множитель, [с/В].

Из (8) следует, что приращение длительности импульса на выходе триггера 9 прямо пропорционально амплитуде модулирующего напряжения $U_\Omega(t)$ на входе. Другими словами, предлагаемый модулятор обеспечивает линейную ШИМ.

Авторами экспериментально был проверен принцип построения акустооптического широтно-импульсного модулятора. При этом зеркала 4 и 5 были заменены коллиматором (это упрощает конструкцию и приводит к уменьшению индекса модуляции). АОМ 2 с центральной частотой 327 МГц, был изготовлен из монокристаллического кварца (пьезопреобразователь из ZnO с размерами 4x7 мм², скорость распространения упругих волн равна $\approx 6,32$ км/с). АОМ 6, с центральной частотой 56 МГц, был выполнен на звукопроводе из СТФ-2 (скорость распространения упругих волн равна $\approx 3,7$ км/с). При выбранной конструкции изменение напряжения на входе $U_\Omega(t)$ от 0 до 3 В сопровождалось, близким к линейному, изменением длительности импульса τ на выходе Q-триггера 9 от 0,5 до 1,6 мкс.