

- ласть ($100 \times 100 \text{ мкм}^2$), что позволит их успешно применять в волоконно-оптических линиях связи, при гетеродинировании излучения инжекционных лазеров, СВЧ демодуляции, и т.д.
2. Структура изготовлена на полуизолирующей подложке, которая может быть общей с другими компонентами оптоэлектронных схем, позволяя, в частности, изготовить комбинацию детектор/усилитель в одной интегральной схеме.
3. Результаты исследования параметров эквивалентной схемы показывают возможность реализации полосы пропускания (-3дБ) диодов $\sim 16 \text{ ГГц}$. Таким образом, оптимизация геометрии подобных структур позволит, на наш взгляд, реализовать существенно более высокое быстродействие диодов.

Л и т е р а т у р а

- [1] B o w e r s J.E., B u r r u s Ch.A. - Journal of Lightwave Technology, 1987, v. LT-5, N 10, p. 1339-1350.
- [2] А л ф е р о в Ж.И., Г у р е в и ч С.А., П о р т н о й Е.Л., Р ы в к и н Б.С., Т и м о ф е е в Ф.Н. - Письма в ЖТФ, 1984, т. 10, в. 6, с. 342-345.
- [3] W a n g J.J., B l o o m D.M. - Electronics Letters, 1983, v. 19, N 14, p. 554-555.
- [4] R o t h W., S c h u m a c h e r H., K l u g e J., G l u n H., B e n e k i n g H. - IEEE Trans. on ED, 1985, v. 32, N 6, p. 1034-1036.
- [5] А л ф е р о в Ж.И., Ж у р а в л е в А.Б., П о р т н о й Е.Л., С т е л ь м а х Н.М. - Письма в ЖТФ, 1986, т. 12, в. 18. с. 1093-1098.

Институт радиотехники
и электроники АН СССР

Поступило в Редакцию
22 августа 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 24

26 декабря 1988 г.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВИДЕОЧАСТОТНОГО АКУСТООПТИЧЕСКОГО КОРРЕЛЯТОРА С ВРЕМЕННЫМ ИНТЕГРИРОВАНИЕМ

А.Н. Р о г о в, В.Н. У ш а к о в

Относительная простота реализации в акустооптических корреляторах с временным интегрированием (АОКВИ) многоканальной корреляционной обработки сигналов с большим произведением длительности на ширину спектра делает их перспективными для многих применений [1].

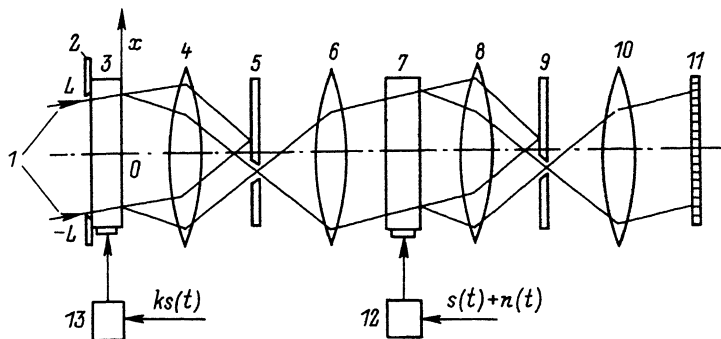


Рис. 1.

Из известных АОКВИ при корреляционном анализе видеосигналов наиболее перспективна схема с линейной модуляцией интенсивности света, в которой используется встречное распространение опорного и входного акустических волновых пакетов. Результаты ее экспериментальных исследований в случае анализа видеосигналов различной структуры в отсутствии внешнего шума приведены в [2, 3].

Цель настоящего сообщения — изложить результаты экспериментальной проверки АОКВИ в режиме обнаружения сигналов на фоне шума, что с точки зрения практических приложений является наиболее важным.

Структурная схема устройства представлена на рис. 1. Когерентный коллимированный световой поток 1, минуя ограничительную диафрагму 2 шириной $2L$, освещает апертуру опорного акустооптического модулятора (АОМ) 3, работающего, как и входной АОМ 7, в режиме дифракции Брэгга на линейном по интенсивности участке модуляционной характеристики. Необходимые для этого условия создаются с помощью амплитудных модуляторов 12 и 13. Сферические линзы 4, 6 и внеосевая диафрагма 5 осуществляют пространственную фильтрацию светового потока, устраняя недифрагированный свет. Аналогичные функции выполняют элементы 8...10. Информация о корреляционной функции входной аддитивной смеси полезного сигнала $s(t)$ с шумом $n(t)$ и опорного сигнала $ks(t) (k > 1)$ содержится в напряжении, пропорциональном пространственному распределению заряда вдоль фотоприемника 11, роль которого играет линейка приборов с зарядовой связью (ПЗС).

В соответствии со структурной схемой (рис. 1) был собран лабораторный макет АОКВИ со следующими характеристиками: полоса частот обрабатываемых видеосигналов — 10 МГц; время накопления — 10 мс, интервал допустимой относительной задержки сигналов, равный $2 (2L/V)$, где V — скорость ультразвука в звукопроводах АОМ 3, 7, составил 10 мкс.

На рис. 2 представлены три пары осциллограмм выходных сигналов устройства. Они соответствуют случаям обработки периодической последовательности прямоугольных видеоимпульсов длительностью 0.25 мкс со скважностью, равной 2 (рис. 2,а), и 127-

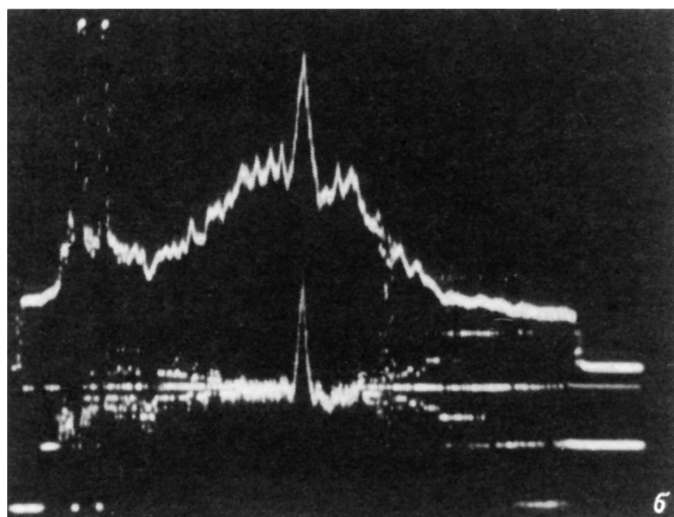
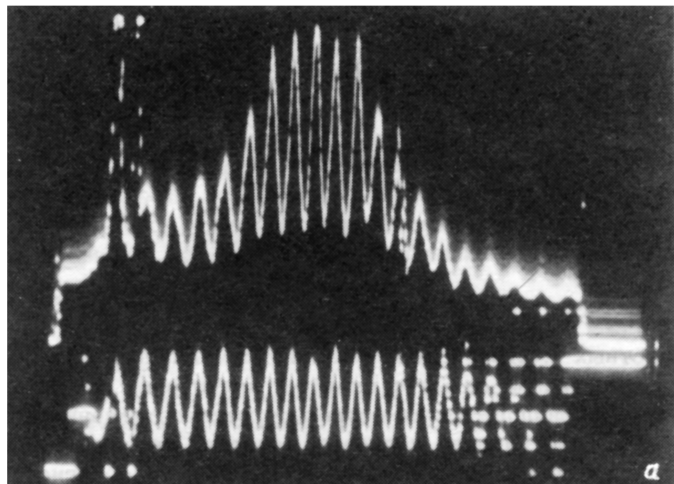


Рис. 2.

элементарной периодической псевдослучайной последовательности с длительностью элементарного такта 0.2 мкс и периодом повторения, равным 25.4 мкс (рис. 2,б,в). Осциллограммы, изображенные на рис. 2,а,б, получены в отсутствие внешнего шума. На рис. 2, в представлены выходные сигналы АОКВИ в случае, когда на вход устройства подавалась сумма полезного сигнала и нормального шума с равномерной спектральной плотностью мощности в рабочей

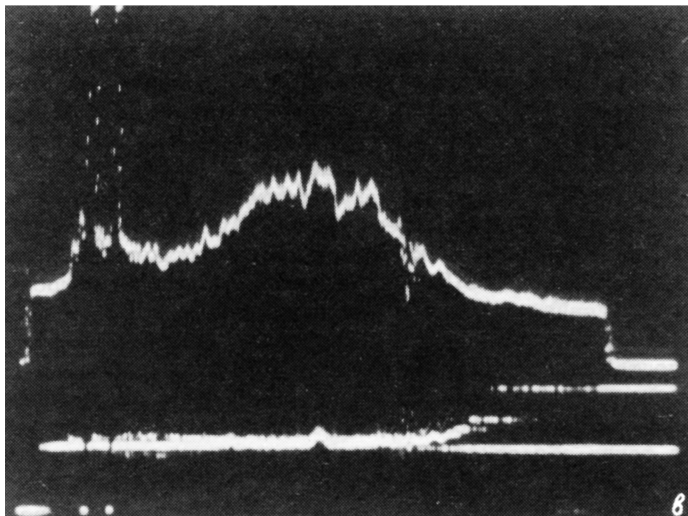


Рис. 2 (продолжение).

полосе частот. Измеренное при этом входное отношение сигнал-шум $(с-ш) = -20$ дБ. Различие верхних и нижних осциллограмм на рис. 2 иллюстрирует влияние реальных параметров и характеристик АОКВИ на его работу. Вверху представлены осциллограммы сигналов, снятых непосредственно с выхода линейки ПЗС. При этом в пространственное распределение заряда аддитивный вклад дают паразитный световой фон и темновые токи фотоприемника, мультипликативно влияют неравномерность интенсивности света в поперечном сечении луча, разброс чувствительности элементов ПЗС-фотоприемника, затухание акустических волн в звукопроводах АОМ. Это обстоятельство существенно затрудняет обнаружение сигнала при отношениях $(с-ш)_{вх} \ll 1$, поскольку в таком случае рабочая область модуляционной характеристики входного АОМ 7 занята в основном шумом и вследствие своей абсолютной малости полезный выходной сигнал трудно различим на фоне детерминированных паразитных флуктуаций в распределении заряда.

Нижние осциллограммы на рис. 2 соответствуют выходным сигналам специализированного цифрового процессора (СЦП), разработанного с целью устранения указанных затруднений и подключенного к выходу линейки ПЗС. Используя информацию, полученную в результате двукратной предварительной калибровки, СЦП в реальном времени компенсирует аддитивные и мультипликативные паразитные компоненты в распределении заряда, позволяя тем самым обнаруживать полезный выходной сигнал при малых отношениях $(с-ш)_{вх}$ (рис. 2,в).

Достигнутое в рассматриваемом случае отношение $(с-ш)_{вх} = -20$ дБ существенно хуже теоретически возможного для АОКВИ данного типа, которое при исходных параметрах сигнала составляет -40 дБ [3]. Поскольку экспериментально установлено, что коммутация внешнего шума при отношении $(с-ш)_{вх} = -20$ дБ не влияет на выходной сигнал (рис. 2, в), следует предположить, что отмеченное несоответствие обусловлено факторами аппаратного характера. К ним могут быть отнесены такие факторы, как нестабильность интенсивности излучения лазера, которая не корректируется в результате калибровки, ошибки квантования, связанные с недостаточным числом разрядов ЦАП (в эксперименте оно равнялось 6), а также собственные шумы ПЗС-фотоприемника.

Таким образом, выполненные экспериментальные исследования в целом подтвердили работоспособность АОКВИ при решении задачи обнаружения видеосигнала на фоне шума и указали пути совершенствования данного устройства, способного найти эффективное применение в таких областях, как радиоастрономия, гидро- и оптическая локация.

Авторы признательны Я.Б. Вашкевичу за помощь в создании лабораторного макета.

Л и т е р а т у р а

- [1] Родес У.Т. - ТИИЭР, 1981, т. 69, № 1, с. 74-91.
- [2] Yamaguchi I., Uchida H., Saito H. - Jap. J. of Appl. Phys., 1983, v. 22, Suppl. 22-3, p. 36-38.
- [3] Васильев В.В., Наумов К.П., Ушаков В.Н. Радиотехника, 1986, № 11, с. 36-39.

Ленинградский электротехнический институт им. В.И. Ульянова (Ленина)

Поступило в Редакцию
18 июля 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 24

26 декабря 1988 г.

СВЕТОДИОДЫ С ИЗЛУЧЕНИЕМ В ЗЕЛЕННОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА НА БАЗЕ ГЕТЕРОЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СЛОЕВ КАРБИДА КРЕМНИЯ ПОЛИТИПА 4Н

А.С. Бараш, Ю.А. Водаков,
Е.Н. Кольцова, А.А. Мальцев,
Е.Н. Мохов, А.Д. Роенков

Ранее уже сообщалось, что карбид кремния является перспективным материалом для создания высокостабильных инжекционных светоизлучающих диодов (СИД) [1], которые с успехом используются в современных системах записи и воспроизведения информации. Были