

Портной Е.Л., Смирницкий В.Б. // Письма в ЖТФ. 1987. Т. 13. № 9. С. 513-517.

- [3] Мартынов Н.Н. // Радиотехника и электроника. 1980. Т. 25. № 9. С. 1851-1861.
- [4] Алферов Ж.И., Бер Б.Я., Кижеев К.Ю., Никишин С.А., Портной Е.Л. // Письма в ЖТФ. 1985. Т. 11. № 16. С. 961-968.
- [5] Кижеев К.Ю., Кучинский В.И., Никишин С.А., Погребницкий К.Ю., Смирницкий В.Б., Фалеев Н.Н. // ЖТФ. 1990. Т. 60. № 3.

Физико-технический  
институт им. А.Ф. Иоффе  
АН СССР, Ленинград

Поступило в Редакцию  
14 февраля 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 8

26 апреля 1990 г.

07; 08; 12

© 1990

## АКУСТОСПТИЧЕСКИЙ МНОГОЧАСТОТНЫЙ ДАТЧИК ВОЛНОВОГО ФРОНТА СВЕТОВОЙ ВОЛНЫ

Л.В. Балакин, В.И. Балакшии,  
Е.В. Цукерман

Датчики волнового фронта применяются в лазерной физике, адаптивной оптике, оптических системах неразрушающего контроля и т.д.

В настоящее время созданы датчики волнового фронта с высоким пространственным разрешением и в реальном масштабе времени на основе акустооптических разветвляющих устройств (АРУС) [1]. В АРУС различные точки пространства волнового фронта анализируются бегущим акустическим импульсом (цугом), на котором дифрагирует исследуемая световая волна. При этом выходной сигнал фотоприемника, регистрирующего дифрагированное излучение, содержит информацию о локальных направлениях волновой нормали.

В датчиках с узкоапертурным приемником, регистрирующих лишь часть дифрагированного излучения, локальное направление волновой нормали световой волны однозначно определяется положением дифрагированного пятна в фокальной плоскости выходной линзы [2]. В датчиках с широкоапертурным приемником, регистрирующих все дифрагированное излучение, используется зависимость интенсивности дифрагированного света от локального угла падения световой волны на акустический цуг [3]. В обоих типах датчиков частота

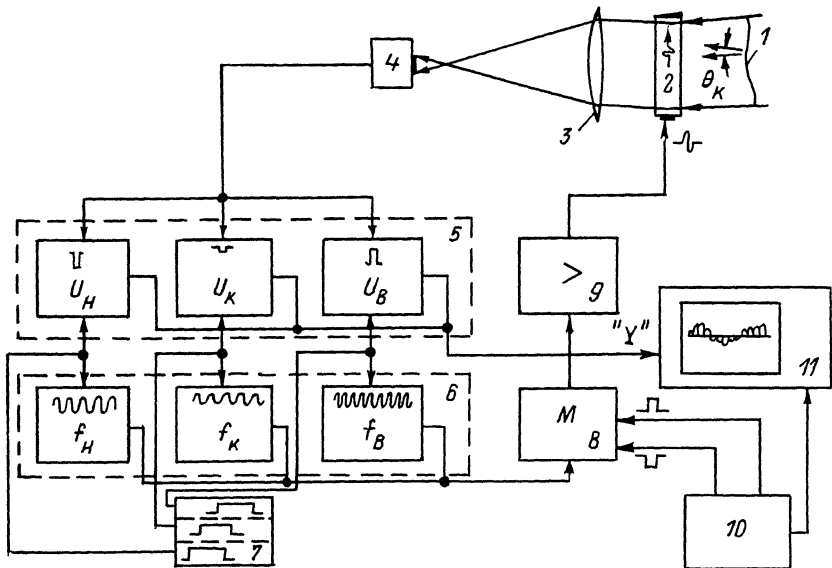


Рис. 1. Блок-схема акустооптического многочастотного датчика волнового фронта световой волны. 1 - исследуемая световая волна, 2 - АО ячейка, 3 - линза, 4 - фотоприемник, 5 - усилители-ограничители, 6 - генераторы несущих частот, 7 - генератор-распределитель импульсов, 8 - модулятор, 9 - усилитель мощности, 10 - генератор импульсов возбуждения цуга и синхронизации, 11 - осциллограф.

несущей звука в цуге остается постоянной в процессе работы.

В данной работе исследуется датчик волнового фронта, в котором частота несущей звука в цуге меняется от цуга к цугу на дискретную величину в определенном диапазоне частот.

Блок-схема датчика приведена на рис. 1. Исследуемая световая волна 1 поступает на АО ячейку 2. Дифрагированный на акустическом цуге свет через линзу 3 подается на узкоапертурный фотоприемник 4, находящийся в фокусе линзы 3. Сигнал с выхода фотоприемника 4 поступает на вход усилителей-ограничителей 5. Несущая частота звука в цуге задается генераторами 6. Напряжение с выходов усилителя-ограничителя  $U_K$  и генератора  $f_K$  поступает только при подаче на них прямоугольного импульса с соответствующего выхода генератора-распределителя 7. Формирование радиоимпульса происходит в модуляторе 8. Усиленный усилителем мощности 9 радиоимпульс подается на пьезопреобразователь АО ячейки и возбуждает в АО ячейке акустический цуг. Модулятор 8 выдает радиоимпульс при поступлении на него разнополярных им-

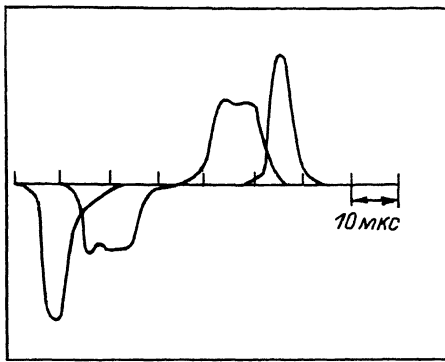


Рис. 2. Производная фазовой структуры сходящейся световой волны с радиусом кривизны 1.5 м.

пульсов с генератора 10, одновременно осуществляющего запуск развертки осциллографа 11. Сигнал с выхода усилителей-ограничителей 5 поступает на вход "Y" усилителя вертикального отклонения луча осциллографа 11.

Локальный угол падения световой волны на АО ячейку  $\theta_k$  однозначно определяется частотой  $f_k$  и соответствующей амплитудой  $U_k$ . Временное положение сигнала  $U_k$  относительно начала строки соответствует времени пробега акустического цуга до участка волнового фронта с углом падения  $\theta_k$ . Меняя несущую частоту радиоимпульса от значения  $f_H$  до значения  $f_B$  и, суммируя сигналы со всех строк, получим выходной сигнал, огибающая которого соответствует производной фазы световой волны, падающей на АО ячейку во всем диапазоне углов падения света  $\Delta\theta_i$ . Максимальное значение числа измеряемых направлений волнового вектора света для случая изотропной дифракции составляет

$$N_{\theta_{max}} = \frac{\Delta\theta_{i,max}}{\theta + 2\lambda N/DR} = \frac{\sqrt{2\lambda n/l}}{\theta + 2\lambda N/DR}, \quad (1)$$

где  $\lambda$  — длина волны света,  $n$  — показатель преломления материала АО ячейки,  $l$  — длина области АО взаимодействия,  $\theta_{\pi}$  — угловая апертура фотоприемника,  $D$  — длина АО ячейки,  $N$  — число элементов разрешения вдоль строки,  $R$  — разрешение АО ячейки.

Например, для  $\lambda = 0.6$  мкм,  $n = 2.2$ ,  $l = 1$  мм,  $D = 42$  мм,  $N = 50$ ,  $\theta_{\pi} = \lambda N/D$ ,  $R = 0.7$  имеем  $\Delta\theta_{i,max} = 2.8^\circ$ ,  $N_{\theta_{max}} = 16$ .

В эксперименте АО ячейка была изготовлена из парачеллурита  $TeO_2$  длиной  $D = 4$  см. Акустический цуг формировался в форме сдвиговых колебаний пьезопреобразователем из ниобата лития при подаче на него радиоимпульсов длительностью 1 мкс. Длина цуга — 0.6 мм, направление распространения в ячейке —  $[110]$ , скорость

616 м/с. Число регистрируемых углов падения света на ячейку с целью упрощения эксперимента устанавливалось небольшим  $N_{\theta} = 5$ . Остальные параметры были следующими:  $\lambda = 0.6$  мкм,  $f_H = 38$  МГц,  $f_B = 70$  МГц,  $l = 2.3$  мм,  $N = 47$ ,  $\theta_n = 0.3^\circ$ ,  $\Delta\theta_z = 1.9^\circ$ .

На рис. 2 представлено изображение с экрана осциллографа производной фазовой структуры светового поля сходящейся световой волны с радиусом кривизны 1.5 м.

Акустооптический многочастотный датчик в сравнении с датчиками, указанными во введении, позволяет анализировать фазовую структуру светового поля с произвольным распределением амплитуды по фронту световой волны, имеет больший диапазон регистрируемых углов падения световой волны на АО ячейку и наиболее удобен для сопряжения с ЭВМ и обработки информации о фазовой структуре световой волны с ее помощью.

В заключение авторы приносят благодарность Ф.А. Чудновскому за полезное обсуждение результатов работы.

### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Балакший В.И., Парыгин В.Н., Чирков Л.Е. Физические основы акустооптики. М.: Радио и связь, 1985.
- [2] Балакший В.И., Парыгин В.Н., Упасенна Х.А. // Квантовая электроника. 1981. Т. 8. № 1. С. 865.
- [3] Балакший В.И., Кукушкин А.Г., Торговкин М.Ю. // Радиотехника и электроника. 1987. Т. 32. № 4. С. 724.

Поступило в Редакцию  
20 февраля 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 8

26 апреля 1990 г.

10; 11

© 1990

### ГЕНЕРАЦИЯ СИЛЬНОТОЧНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПУЧКОВ НАНОСЕКУНДНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ С ВЫСОКОЙ ЧАСТОТОЙ ПОВТОРЕНИЯ ИМПУЛЬСОВ

В.И. Гушениц, Н.Н. Коваль, П.М. Щанин

В индукционных линейных ускорителях, СВЧ-генераторах требуются сильноточные электронные пучки с высокой частотой повторе-