

[8] Б у т ы л к и н В.С. и др. Резонансные взаимодействия света с веществом. М.: Наука, 1977.

[9] Г у р е в и ч А.Г. Магнитный резонанс в ферритах и антиферромагнетиках. М.: Наука, 1973.

Московский
инженерно-физический
институт

Поступило в Редакцию
23 декабря 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 5

12 марта 1990 г.

06.3; 07

© 1990

ОПТИЧЕСКИЙ АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРЫ МДП-ЖК

Е.М. Д и а н о в, А.А. К у з н е ц о в,
С.М. Н е ф е д о в

Уникальные возможности оптики, позволяющие осуществлять трехмерные связи и параллельную обработку информации, стимулировали развитие работ по созданию оптической вычислительной машины (ОВМ). Архитектура такой машины, при полном использовании преимуществ оптики, может отличаться от архитектуры ЭВМ. Одним из важных узлов ОВМ является аналого-цифровой преобразователь, позволяющий осуществлять переход от результатов оптических аналоговых преобразований, широко развитых на сегодняшний день, к цифровым вычислениям (как более универсальным и точным).

Настоящая статья посвящена реализации аналого-цифрового преобразователя (АЦП) на основе оптически управляемого жидкокристаллического модулятора с оптической обратной связью (ОС).

Принцип работы оптически управляемого модулятора [1] основан на переориентации анизотропных молекул в слое жидкого кристалла при приложении напряжения, причем потенциальный рельеф может быть создан оптическим путем. Интенсивность света, прошедшего такой модулятор, работающий на S -эффекте и помещенный между скрещенными поляризаторами, равна

$$I = I_0 \sin^2 2\varphi \sin^2 \frac{\pi \Delta n(V) d}{\lambda}, \quad (1)$$

где $\Delta n(V)$ – разность показателей преломления для обыкновенного и необыкновенного лучей (зависящая от напряжения V на ЖК), λ – длина волны считывающего света, φ – угол между осями

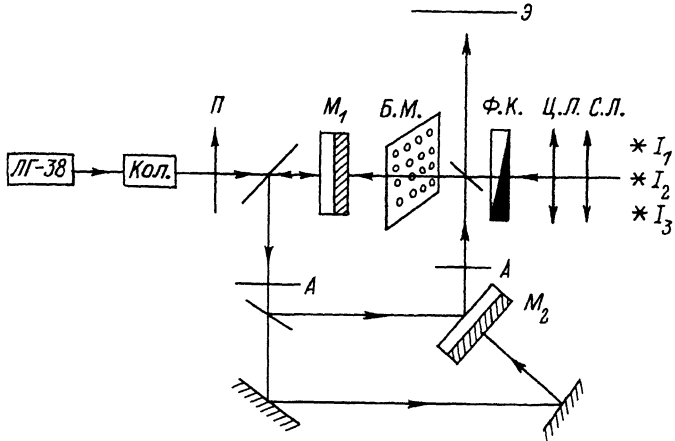


Рис. 1. Оптическая схема кодирования аналогового сигнала пространственной координатой.

поляризатора и директора ЖК, d – толщина слоя ЖК. При этом из-за больших $\Delta n \sim (0,2-0,3)$ при увеличении интенсивности управляющего излучения интенсивность модулируемого светового пучка может как увеличиваться, так и уменьшаться. Это позволяет вводить как положительную, так и отрицательную ОС [2, 3]. Типичная модуляционная характеристика приведена в [4].

Оптическая схема АЦП представлена на рис. 1. Считывающее излучение лазера ЛГ-38 после отражения от модулятора M_1 вводится в две петли ОС, оптические схемы которых выбраны так, чтобы выполнялось условие автоморфизма отображения (точка в ту же точку). Таким образом, если на фотослое модулятора (справа) создано какое-либо изображение внешним записывающим сигналом, то оно же по цепи ОС снова попадет на фотослой, но уже на длине волны считывающего света. Модулятор настраивается таким образом, чтобы в отсутствие записываемого сигнала интенсивность света в цепи ОС была минимальна. Тогда при освещении фотослоя внешним записывающим сигналом, превышающим некоторый порог, произойдет лавинообразное увеличение сигнала на выходе устройства. Если теперь отключить записывающий свет, то интенсивность света на выходе устройства (в цепи ОС) примет значение $I_{вых}$ соответствующее решению системы уравнений

$$I_{вых} = I_{вх} \quad I_{вых} = F(I_{вх}). \quad (2)$$

Таким путем происходит преобразование исходного изображения в двоичную форму и его запоминание. Блокирующая маска БМ устраняет влияние „заплывания“, связанное с конечной разрешающей

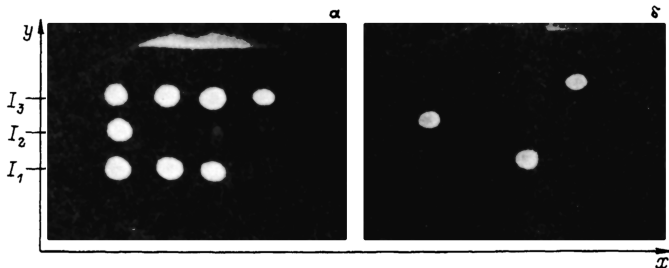


Рис. 2. а - результат преобразования трех аналоговых сигналов в количество запомненных ячеек; б - результат преобразования после включения второй петли обратной связи.

способностью модулятора и неидеальностью оптической системы. При работе устройства в режиме АЦП в схему вводится фотометрический клин, с помощью которого изменяется порог „включения“ модулятора по цепи ОС. В нашем эксперименте изображения трех источников света различной интенсивности проецировались с помощью системы из сферической и цилиндрической линз на фотослой модулятора в виде трех полосок. На рис. 2, а представлен результат преобразования интенсивности источников света в количество запомненных ячеек: чем выше интенсивность света, тем в большем количестве ячеек маски, освещаемых полоской света, прошедшей фотометрический клин, произойдет достижение порогового уровня.

На фотослой второго модулятора М2 переносится то же изображение, но со сдвигом на один шаг по горизонтали. Этот модулятор настраивается таким образом, что увеличение интенсивности света на фотослое приводит к уменьшению интенсивности считываемого света (после анализатора), в результате чего происходит „выключение“ пространственно совпавших ячеек. Таким образом происходит кодирование интенсивности света местоположением „горящей“ ячейки (рис. 2, б).

Непосредственный перевод в цифровой код пространственно кодированного входного аналогового сигнала возможен на принципах, изложенных в работах [5, 6]. Одна из возможных схем приведена на рис. 3.

Пространственная картина „горящих“ точек считывается с модулятора сколламированным лазерным пучком и через оптическую систему из цилиндрических линз отображается на двумерную маску,

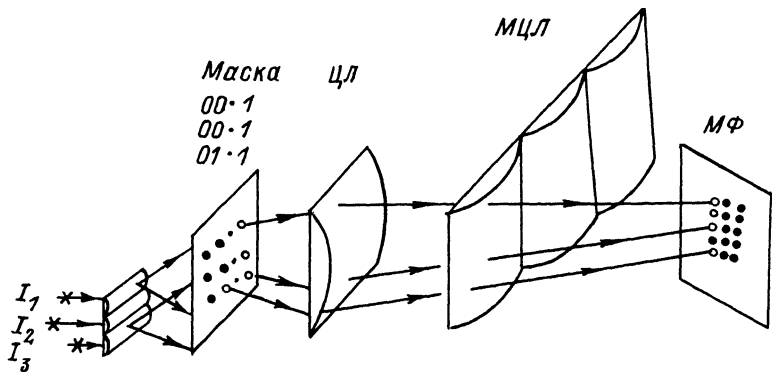


Рис. 3. Оптическая схема преобразования пространственной координаты в цифровую форму.

пропускание которой (прозрачные ячейки в вертикальных столбцах) соответствует двоичному представлению дискретных уровней аналогового сигнала. При использовании в качестве маски ЖК модулятора возможно одновременное получение дополнительного кода (введя поляризационно-делительный кубик), что важно при выполнении арифметических операций умножения и вычитания. Матрица цилиндрических линз МЦЛ отображает двоичное представление „горящей“ точки на матрицу фотоприемников. Каждый входной пространственно закодированный сигнал проходит одну и ту же маску (один и тот же участок маски при равенстве сигналов), но отображается на свой столбец фотоприемников. Изменение данного сигнала (смещение точки по горизонтали) приводит к его отображению через другой участок маски, но на тот же столбец фотоприемников. Схему можно упростить, используя специально синтезированную голограмму.

Для оценки производительности нашего АЦП зададимся следующими параметрами: число независимых точек 1000×1000 , быстродействие 10 мс, контрастное отношение 30. В этом случае потенциальная производительность АЦП позволит преобразовать 3×10^6 аналоговых сигналов в пятиразрядный код за одну секунду.

Модулятор, использованный в эксперименте, к сожалению, не обладал достаточной однородностью (по площади) порога включения в системе с обратной связью, что затруднило реальное получение такой производительности.

Однако дальнейшее совершенствование технологии модуляторов, с целью получения большего отношения контраста, однородности и уменьшения времени оптического отклика, позволит применить данное устройство в качестве одного из блоков ОВМ.

- [1] Грибов Б.Г., Думаревский Ю.Д., Ковто-
нюк И.Ф. и др. // Электронная техника, Сер. Микроэлектро-
ника. 1989. В. 5. С. 82-87.
- [2] Воеводкин Г.Г., Дианов Е.М., Кузне-
цов А.А., Нефедов С.М., Парфенов А.В. //
Квантовая электроника. 1988. Т. 15. № 4. С. 805-811.
- [3] A k i n s R.P., A t h a l e R.A., L e e S.N. //
Opt. Eng. 1980. V. 19. N 3. P. 347-358.
- [4] Васильев А.А. // Труды ФИАН. 1981. Т. 126. С. 3-
86.
- [5] Воеводкин Г.Г., Думаревский Ю.Д., Куз-
нецов А.А., Нефедов С.М. // ЖТФ. 1988. Т.56.
В. 9. С. 1808-1810.
- [6] L i Y., E i s h m a n n G., A l f a n o R.R.//
Opt. Comm. 1987. V. 64. N 2. P. 99-104.

Институт общей
физики АН СССР,
Москва

Поступило в Редакцию
23 октября 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 5

12 марта 1990 г.

05.2; 9

© 1990

К ТЕОРИИ РЕЛАКСАЦИИ
МАГНИТОСТАТИЧЕСКИХ ВОЛН
В ФЕРРОМАГНИТНЫХ ПЛЕНКАХ

С.А. Н и к и т о в

Затухание магнитостатических волн (МСВ), распространяющихся в пленках ферромагнетиков, довольно подробно исследовано и теоретически, и экспериментально. В литературе обсуждалась двухмагнонная релаксация МСВ за счет рассеяния волн на шероховатостях поверхности пленки [1], магнитных неоднородностях и дислокациях [2, 3], трех- и четырехмагнонные процессы и магнон-фононные процессы релаксации МСВ на тепловых магнонах и фононах [4, 5]. Было показано, что в отличие от объемных кристаллов релаксация в тонких пленках существенно зависит от поверхности пленки. Так максимальный вклад в ширину линии ферромагнитного резонанса (ФМР), определяющей величину затухания МСВ, вносят