

5. Гужов В. И., Солодкин Ю. Н. Оценка точности целочисленного интерферометра // Оптика и спектроскопия. — 1988. — 65, вып. 6.

Поступила в редакцию 20 мая 1991 г.

УДК 671.327.1

С. В. Соколов

(Ростов-на-Дону)

О ПРИМЕНЕНИИ ВОЛНОВОДНОЙ ОПТИКИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОПТИЧЕСКИХ ЦВМ

Рассмотрено построение основных функциональных элементов оптической цифровой техники на основе совместного использования волноводной оптики и оптических бистабильных элементов.

Проблема разработки полностью оптических компьютеров (ОК), все операции которых осуществляются только световыми сигналами при оптическом управлении, в настоящее время наиболее успешно решается в направлении использования эффектов нелинейной оптики и волноводных оптических схем [1]. Одним из основных препятствий на пути к решению этой задачи является невозможность отказа от использования в большинстве функциональных элементов ОК электронных схем, применение которых не позволяет достичь потенциального быстродействия ОК и окончательно решить задачу их миниатюризации.

В связи с этим ниже рассматривается несколько вариантов построения чисто оптических основных функциональных узлов ОК, принцип действия которых базируется на сочетании нелинейных оптических эффектов с возможностями волноводной оптики.

При описании работы данных оптических схем будет использовано понятие «оптический бистабильный элемент (ОБЭ)», диапазон вариантов конструктивного исполнения которых достаточно широк [1]. В данной работе под ОБЭ понимается или трансфазор [2], или оптическая схема, обладающая его свойствами: имеющая аналогичную статическую характеристику и отражение входного потока при его интенсивности меньше пороговой [1], под которой далее понимаем для ясности некую условную единичную интенсивность.

В качестве первого элемента рассмотрим

Оптический триггер. Функциональная схема данного устройства представлена на рис. 1, где I_1, I_2 — ОБЭ, $2_i, i = \overline{1, 8}$, — неуправляемые направленные ответвители (оптические волноводы), «1» — постоянный входной опти-

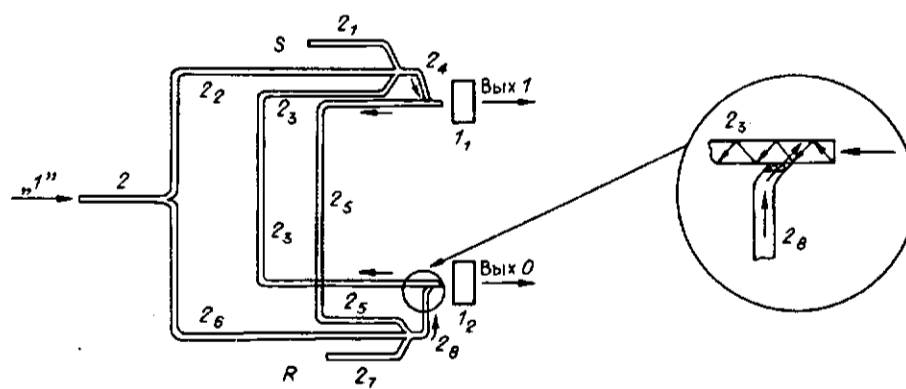


Рис. 1

ческий сигнал единичной интенсивности, S — S -вход RS -триггера, R — R -вход, Вых. 1, Вых. 0 — единичный и нулевой выходы триггера соответственно.

Триггер работает следующим образом.

В начальный момент времени, когда на входах S и R отсутствуют оптические сигналы, на входы ОБЭ I_1, I_2 по ответвлениям $2_7, 2_4; 2_6, 2_8$ поступают световые потоки интенсивностью $\frac{1}{2}$ усл. ед. Так как такой интенсивности недостаточно для срабатывания ОБЭ, то поступающие на входы ОБЭ световые потоки полностью отражаются и по ответвлениям 2_3 и 2_5 поступают соответственно на входы ОБЭ I_1 и I_2 , суммируясь в ответвлениях 2_4 и 2_8 с потоками половинной интенсивности из ответвлений 2_2 и 2_6 . Вследствие неодинаковой длины ответвлений, вариаций коэффициента затухания в них, отличий в уровнях срабатывания ОБЭ и т. д. первоначально сработает только один из ОБЭ (предположим, I_1). (Для повышения стабильности и априорной определенности начальной установки триггера в заданное состояние могут быть приняты различные дополнительные конструктивные меры: например, для установки в начальный момент триггера в «1» (срабатывания только I_1) достаточно обеспечить равенство длины ответвления 2_2 сумме длин $2_6, 2_8$ и 2_3 при идентичности остальных параметров оптических элементов схемы.) Срабатывание ОБЭ I_1 означает, что весь входной световой поток из ответвления 2_4 проходит на выход ОБЭ I_1 , а отраженный поток становится равным 0. Таким образом, в ответвлении 2_3 световой поток исчезает, и на выходе ответвления 2_8 существует световой поток половинной интенсивности, поступающий из ответвления 2_6 . Данный поток, меньший уровня срабатывания ОБЭ, полностью отражается и по ответвлениям $2_3, 2_4$ поступает на вход ОБЭ I_1 , обеспечивая за счет суммирования с потоком из ответвления 2_2 уровень срабатывания ОБЭ I_1 , т. е. «1» на выходе триггера. При поступлении единичного оптического сигнала на вход R , суммирующегося со световым потоком из ответвления 2_6 , на выходе ответвления 2_8 формируется световой поток с интенсивностью выше порога срабатывания ОБЭ I_2 (на выходе ОБЭ I_2 — нулевом выходе триггера — появляется единичный сигнал). Отраженный поток, поступивший в ответвление 2_3 , оказывается в этом случае равным 0, при этом интенсивность суммарного потока на выходе ответвления 2_4 становится меньше уровня срабатывания ОБЭ I_1 . Это приводит к исчезновению сигнала на единичном выходе триггера (выходе ОБЭ I_1) и появлению отраженного потока половинной интенсивности в ответвлении 2_5 , который, суммируясь в ответвлении 2_8 с потоком из ответвления 2_6 , поддерживает интенсивность входного потока ОБЭ I_2 на уровне его срабатывания по окончании импульса с R -входа. При поступлении оптического импульса на S -вход работа триггера осуществляется аналогично изложенному. Следует лишь отметить, что для исключения потерь отраженного светового потока за счет попадания в ответвление 2_4 или 2_8 при соединении ответвлений необходимо предусмотреть полупрозрачную контактную поверхность, пропускающую прямой поток и отражающую отраженный (см. рис. 1). (Практически это требование выполняется для подавляющего большинства волноводных соединений.)

Оптический двоичный сумматор. Функциональная схема исполнения одного двоичного разряда оптического сумматора (ОС) показана на рис. 2, где $I_i, i = 1, 4$, — ОБЭ, $2_i, i = 1, 9$, — направленные ответвители. Направления распространения световых потоков показаны стрелками. Принцип построения данного оптического сумматора предполагает, что:

— кодирование информации осуществляется путем амплитудного представления «0» и «1» («0» — отсутствие светового потока, «1» — наличие сигнала с постоянной известной интенсивностью). Такой подход к кодированию оптической информации по сравнению с фазовым и частотным [1] обладает большими преимуществами с точки зрения простоты реализации, точности при передаче и обработке кодов и помехоустойчивости;

— число разрядов слагаемых определяется количеством ячеек сумматора, подобных приведенной на рис. 2;

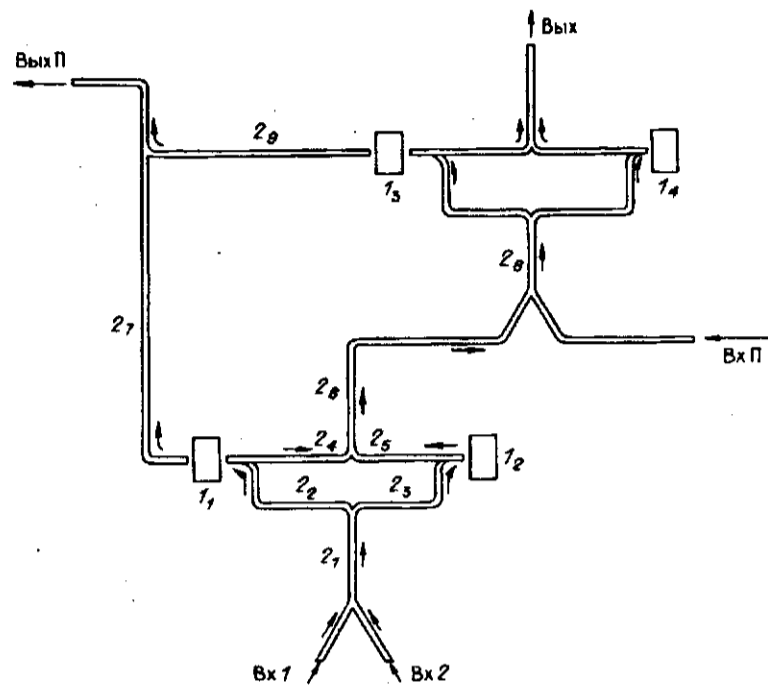


Рис. 2

— схема ОС осуществляет суммирование параллельных кодов.
 Данный ОС работает следующим образом.

Одноименные разряды двух слагаемых, параллельные коды которых поданы на входы ОС, поступают на оба входа (Вх1, Вх2) соответствующего разряда (ячейки) ОС. Световые потоки, интенсивности которых несут информацию о соответствующем разряде слагаемых, суммируются в ответвлении 2_1 , разделяясь в последующем на два в ответвлениях $2_2, 2_3$ и поступая на входы ОБЭ 1_1 и 1_2 соответственно. Так как уровень (порог) срабатывания ОБЭ принят за 1, то в данной схеме на выходах ОБЭ $1_1, 1_2$ сформируется выходной поток только в одном случае, когда на Вх1, Вх2 одновременно поступят сигналы единичной интенсивности. В случае появления остальных комбинаций суммируемых разрядов («0,0»; «0,1»; «1,0») интенсивности входных потоков ОБЭ $1_1, 1_2$ будут меньше пороговой, что приведет только к полному их отражению. Отраженные потоки поступают далее по ответвлениям $2_4, 2_5$, суммируясь в ответвлении 2_6 .

Таким образом, при суммировании разрядов «1 + 1» на выходе ОБЭ 1_1 формируется единичный оптический сигнал, выступающий как сигнал переноса разряда при суммировании и поступающий по ответвлению 2_7 на Вых П и далее в следующий старший разряд ОС (единичный сигнал, формирующийся при этом на выходе ОБЭ 1_2 , не поступает никуда — просто поглощается внешней средой).

При суммировании разрядов остальных комбинаций сигнал переноса не образуется, а в ответвлении 2_6 формируется оптический сигнал, равный соответствующей сумме разрядов ($0 + 0 = 0, 1 + 0 = 1, 0 + 1 = 1$). Этот сигнал поступает далее в ответвление 2_8 , где суммируется с сигналом переноса, поступившим на Вх П данной ячейки с Вых П предыдущего младшего разряда ОС. Световой поток, сформированный в ответвлении 2_8 , поступает, разделяясь на два, на входы ОБЭ $1_3, 1_4$, составляющие вторую ступень ячейки ОС. Работа и принцип формирования суммы оптических сигналов второй ступени суммирования аналогичны изложенным, при этом на выходе ячейки ОС Вых формируется окончательный результат суммирования («0» или «1»), и в слу-

чае поступления в ответвление 2_в двух единичных сигналов на выходе ОБЭ 1_в образуется сигнал переноса, поступающий по ответвлению 2_в на Вых П.

В заключение обсудим возможности практического синтеза оптических ЦВМ на базе рассмотренных оптических функциональных элементов. Центральными вопросами при этом являются вопросы возможности информационного и технического сопряжения данных элементов с другими оптическими функциональными элементами ЦВМ. Возможность информационного сопряжения в данном случае обеспечивается строгим соответствием потенциальных уровней оптических сигналов, соответствующих «0» или «1», на входах и выходах предложенных элементов (в частности, триггера и сумматора). Подобное совпадение соответствующих уровней входных и выходных сигналов объясняется использованием в качестве коммутационных элементов ОБЭ в двух пороговых их состояниях, когда или полностью отражается входной сигнал, или полностью пропускается. Возможность технического сопряжения рассмотренных элементов, построенных на основе волноводной оптики, обусловлена тем, что, во-первых, основная часть межэлементных соединений в оптических ЦВМ выполняется с помощью оптических волноводов [2], а во-вторых, основным (и, по существу, единственным) элементом в рассмотренных схемах является ОБЭ, применение которого в схемах интегральной оптики в немалой степени обусловлено как раз возможностью сопряжения с оптическими волноводами [1]. При этом вопрос обеспечения заданного уровня оптических сигналов при разветвлении их по выходу или объединении по входу легко может быть решен традиционным для схем волноводной оптики путем [1, 2]: использованием оптического усилителя на выходе функционального элемента в первом случае и транспаранта с соответствующим коэффициентом пропускания (< 1) на входе элемента — во втором.

Следует при этом отметить, что основными преимуществами рассмотренных выше схем функциональных узлов оптических ЦВМ по сравнению с существующими [1, 2] являются их простота и чисто оптическое исполнение, не требующее дополнительного применения схем электронного регулирования, снижающих быстродействие устройства и повышающих сложность его конструктивного исполнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семенов А. С., Смирнов В. Л., Шмалько А. В. Интегральная оптика для систем передачи и обработки информации.—М.: Радио и связь, 1990.
2. Акаев А. А., Майоров С. А. Оптические методы обработки информации.—М.: Высш. шк., 1988.

Поступила в редакцию 2 декабря 1991 г.

УДК 772.96 : 535.241

Н. Б. Кулешов, С. С. Саркисов, И. В. Токарев

(Киев)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОДНОГО РАСТРА В РЕЛЬЕФОГРАФИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МОДУЛЯТОРАХ СВЕТА С РЕГИСТРАЦИЕЙ СИГНАЛОВ СО СТОРОНЫ ПОДЛОЖКИ

Разработана эффективная методика расчета распределения электрических деформирующих натяжений и рельефа в рельефографических пространственных модуляторах света (ПМС) с записью информации электронным лучом со стороны подложки. С помощью предложенной методики было показано, что влияние размеров электродного растра на распределение электрического поля существенно изменяет светомодуляционные характеристики ПМС. Рассмотрено несколько конструктивных вариантов рельефографических ПМС с точки зрения их модуляционных характеристик.