

А. С. Ясюкевич, Г. В. Синицын, С. П. Апанасевич, А. В. Ляхнович,
М. А. Ходасевич, Ю. А. Варакса

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛНОСТЬЮ ОПТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Полностью оптические устройства для обработки информации, основанные на оптической бистабильности в интерферометрах Фабри-Перо (ИФП) с промежуточными слоями из соединений типа A_3B_5 (например, из GaAs [1]), обеспечивают временной отклик в наносекундном диапазоне. Это позволяет применять их в современных системах для обработки световых сигналов

Для построения устройств на основе таких ИФП необходимо иметь возможность исследовать основные характеристики и закономерности оптических бистабильных явлений и экспериментально отрабатывать методики их использования в разрабатываемых устройствах для обработки оптических информационных сигналов

Для этих целей был спроектирован и построен лазерный комплекс с компьютерным управлением. Ниже описывается конструкция и основные технические параметры лазерного комплекса с компьютерным управлением и также возможности, которые он обеспечивает для исследования бистабильных явлений в интерферометрах на основе GaAs и для моделирования базовых элементов систем оптической обработки информации.

Основными узлами комплекса являются источники лазерного излучения, блок формирования пространственно - временных параметров излучения (узел модуляции), регистрирующий блок (рис. 1). Основные части стенда работают под управлением двух персональных компьютеров.

В качестве источников излучения используются два типа лазеров. Первый из них является импульсным узкополосным перестраиваемым лазером на основе кристалла фтористого лития с F_2^+ - центрами окраски (ЦО). Накачка активного элемента перестраиваемого лазера осуществляется рубиновым лазером с электрооптической системой отрицательной обратной связи, которая позволяет осуществлять генерацию световых импульсов с требуемой кинетикой интенсивности. Диапазон перестройки длины волны генерации лазера на ЦО находится в пределах

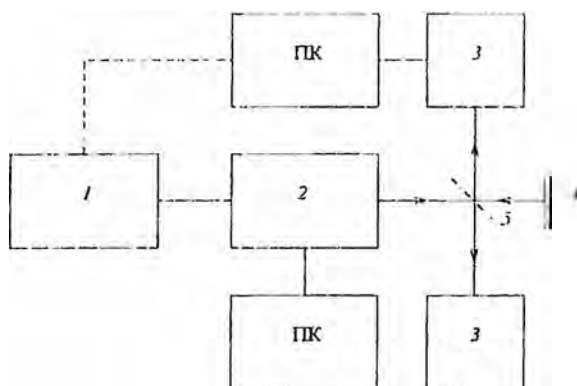


Рис. 1. Схема взаимосвязи основных узлов лазерного комплекса
 1 – источник излучения (лазер на ЦО или лазерный диод); 2 – блок модуляции;
 3 – блок регистрации; 4 – интерферометр Фабри-Перо на основе GaAs;
 5 – полупрозрачное зеркало; ПК – персональный компьютер

875–895 нм. Спектральная ширина полосы лазерного излучения составляет порядка 0,1 нм на длине волны 890 нм, используемой в наших экспериментах (вблизи края фундаментального поглощения арсенида галлия) Лазер на ЦО обеспечивает световые импульсы микросекундной длительности с временной формой, близкой к прямоугольной, и с мощностью вплоть до 100 Вт.

Второй источник является мощным узкополосным лазерным диодом (ЛД) с распределенной обратной связью (891 нм DFB Laser System) фирмы RPMC (США) Лазер генерирует излучение в окрестности 891 нм с шириной спектральной линии менее 0,3 нм. Выходные импульсы лазера имеют форму, близкую к прямоугольной, длительность импульса может варьироваться в микросекундном диапазоне. Максимальная выходная мощность лазерного диода составляет 1 Вт

Узел модуляции предназначен для формирования пространственных и временных свойств лазерного излучения. Схема его может модифицироваться в зависимости от выбранного источника излучения и от цели проводимого эксперимента. В случае использования полупроводникового лазера, излучение которого обладает значительной расходимостью и астигматизмом, в состав рассматриваемого узла включается короткофокусная асферическая линза с большой числовой апертурой и цилиндрическая линза, с помощью которых осуществля-

ется коллимирование светового пучка. Временные свойства используемого лазерного излучения изменяются с помощью акустооптических модуляторов А.А.МТ 200/0.5-г (Франция), обеспечивающими полосу модуляции 40 МГц. Управление модуляторами осуществляется с помощью функционального генератора UNIPRO/B-131 (Беларусь). Режим работы генератора, и, соответственно, временная форма лазерного излучения, модифицируемая модуляторами, задается персональным компьютером.

В состав блока регистрации входят фотоприемники типа DET-210M (США) со временем отклика 1 нс. Сигналы с фотоприемников фиксируются запоминающим осциллографом HP-54615B (США), откуда передаются далее на персональный компьютер. Для анализа пространственного профиля светового пучка используется ПЗС-камера EDC-1000L (США), работающая под управлением персонального компьютера. Блок регистрации обеспечивает временное разрешение в 2 нс и пространственное разрешение лучшее чем 30 мкм.

С использованием этого комплекса изучались процессы бистабильного переключения в нелинейных интерферометрах на основе GaAs и моделировалась работа базовых полностью оптических цифровых элементов ("НЕ", "ИЛИ-НЕ" и "И-НЕ" (рис. 2)) и переключающих устройств (мультиплексоров/демультиплексоров, регистров сдвига).

К примеру, нами экспериментально осуществлено бистабильное переключение с пороговой мощностью менее 2.8 мВт при возбуждении ЛД [2]. Конфигурация установки, позволяющая осуществить логические операции над оптическими сигналами, приведена на рис. 3.

Оптическая схема лазерного комплекса, показанная на рис. 4, использована для экспериментального моделирования работы полностью оптического сдвигового регистра при возбуждении лазером на ЦО. Скорость переноса информационных битов вдоль сдвигового регистра составила порядка 5 мкм/нс.

Таким образом, представленный лазерный комплекс позволяет изучать процессы бистабильного переключения в нелинейных интерферометрах Фабри-Перо и моделировать работу базовых полностью оптических цифровых и переключающих устройств.

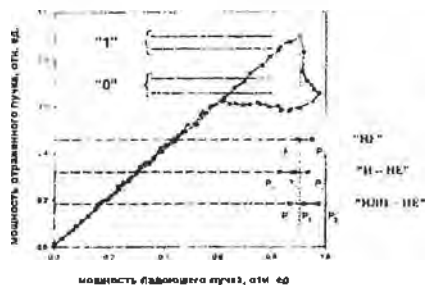


Рис. 2. Модельная реализация логических операций "НЕ", "И-НЕ" и "ИЛИ-НЕ" при возбуждении лазером на ЦО
 P_1 — уровень мощности поддерживающего светового пучка.
 P_2 и P_3 — уровни мощности сигнальных световых пучков

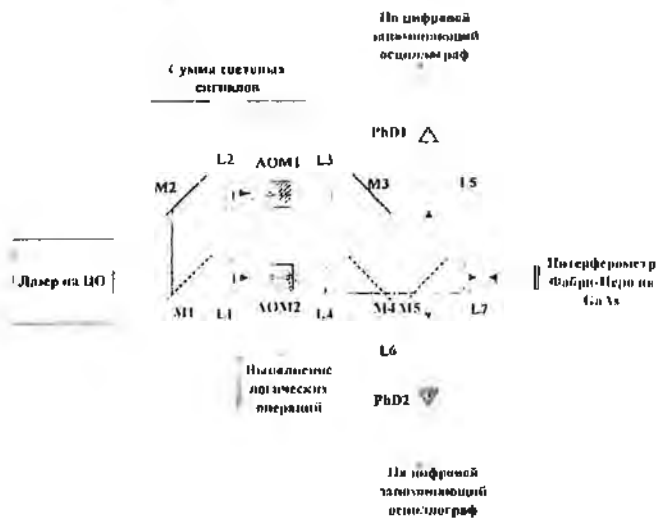


Рис. 3. Схема лазерного комплекса для реализации логических операций над оптическими сигналами
 $L1 - L7$ — линзы, $M1 - M5$ — зеркала, $PbD1$, $PbD2$ — фотодиоды ДБТ-211М, $AOM1$, $AOM2$ — акусто-оптические модуляторы

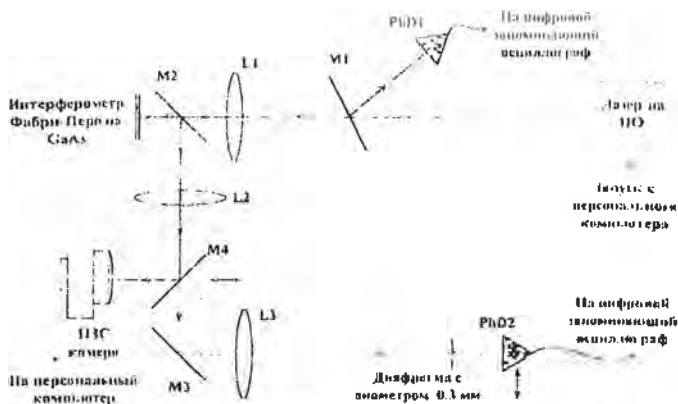


Рис. 4. Схема лазерного комплекса при моделировании работы регистра сдвига. M1-M3 - полупрозрачные зеркала, M4 - подвижное зеркало; PhD1, PhD2 - фотодиоды DET-210M; L1 - цилиндрическая линза ($f = 50$ мм); L2 - сферическая линза ($f = 50$ мм); L3 - сферическая линза ($f = 500$ мм). Фотодиод PhD2 может precisely перемещаться в поперечной плоскости

Работа выполнена при частичной поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект Ф01-277).

Литература

1. True-CW operation of GaAs bistable etalon with electronic optical nonlinearity / D.J. Goodwill, A.C. Walker, A.H. Kean, C.R. Stanley // Electronics Letters, 1992 Vol. 28, № 17, P. 1599-1600
2. Dynamics of switching waves and realization of shift register in optically bistable GaAs/GaAlAs interferometer / G.V. Sinitsyn, S.P. Apanasevich, A.V. Lyakhovich, et al // Proc. SPIE 2002 Vol 4750 P. 323-326