

УДК 53.082.5

Разработка автоматизированного места тестирования высокочастотных оптоэлектронных элементов и узлов в реальном масштабе времени

К.Ю. Кирпичев, Е.С. Неретин

Аннотация

В данной статье описывается разработанный комплекс тестирования высокочастотных оптоэлектронных устройств различного назначения. Основными результатами работы являются: разработка структуры и алгоритмов работы комплекса. Использование автоматизированного комплекса позволяет получить, проанализировать и сделать выводы о качестве работы таких оптоэлектронных компонентов, как лазерные диоды, фотоприёмники и матричные оптоэлектронные модуляторы света.

Ключевые слова

Автоматизированный; комплекс; тестирование; оптоэлектронный; элемент; лазерный; диод; фотодиод; модулятор.

Введение

В наши дни прогресс в различных областях науки и техники немислим без приборов оптической электроники. Оптическая электроника уже давно играет ведущую роль в жизни человека. А с каждым годом ее внедрение во все сферы человеческой деятельности становится все интенсивнее. В последнее время понятие «Оптоэлектроника» значительно расширилось. Теперь в него включают и такие недавно возникшие направления, как *лазерная техника, волоконная оптика, голография* и др.

С помощью оптоэлектронных компонентов решается широкий круг задач, одной из которых, является выполнение матричных арифметических операций с применением оптоэлектронных процессоров, обладающих большим быстродействием за счёт выполнения операций параллельными оптическими методами.

В связи с широким распространением оптоэлектронных компонентов, необходимо контролировать, подтверждать и изучать характеристики существующих и создаваемых компонентов. «Инструментом» для исследования характеристик некоторых элементов может послужить разработанный автоматизированный стенд для тестирования оптоэлектронных компонентов.

Стенд представляет собой набор взаимосвязанных модулей, служащих для гибкой автоматизации процесса тестирования оптоэлектронных компонентов на частотах от 10 кГц до 250 МГц.

На автоматизированном стенде испытываются параметры таких оптоэлектронных компонентов, как: лазерные диоды или лазерные модули, фотоприёмники и **матричные оптоэлектронные модуляторы** (далее **МОЭМ**).

МОЭМ представляет собой матричный набор ячеек в интегральном исполнении, способных в зависимости от управляющих сигналов менять свои свойства (поглощать/отражать оптический сигнал). МОЭМ является основным компонентом оптоэлектронного процессора, предназначенного для выполнения матричных арифметических операций, например умножения матрицы на вектор. [1]

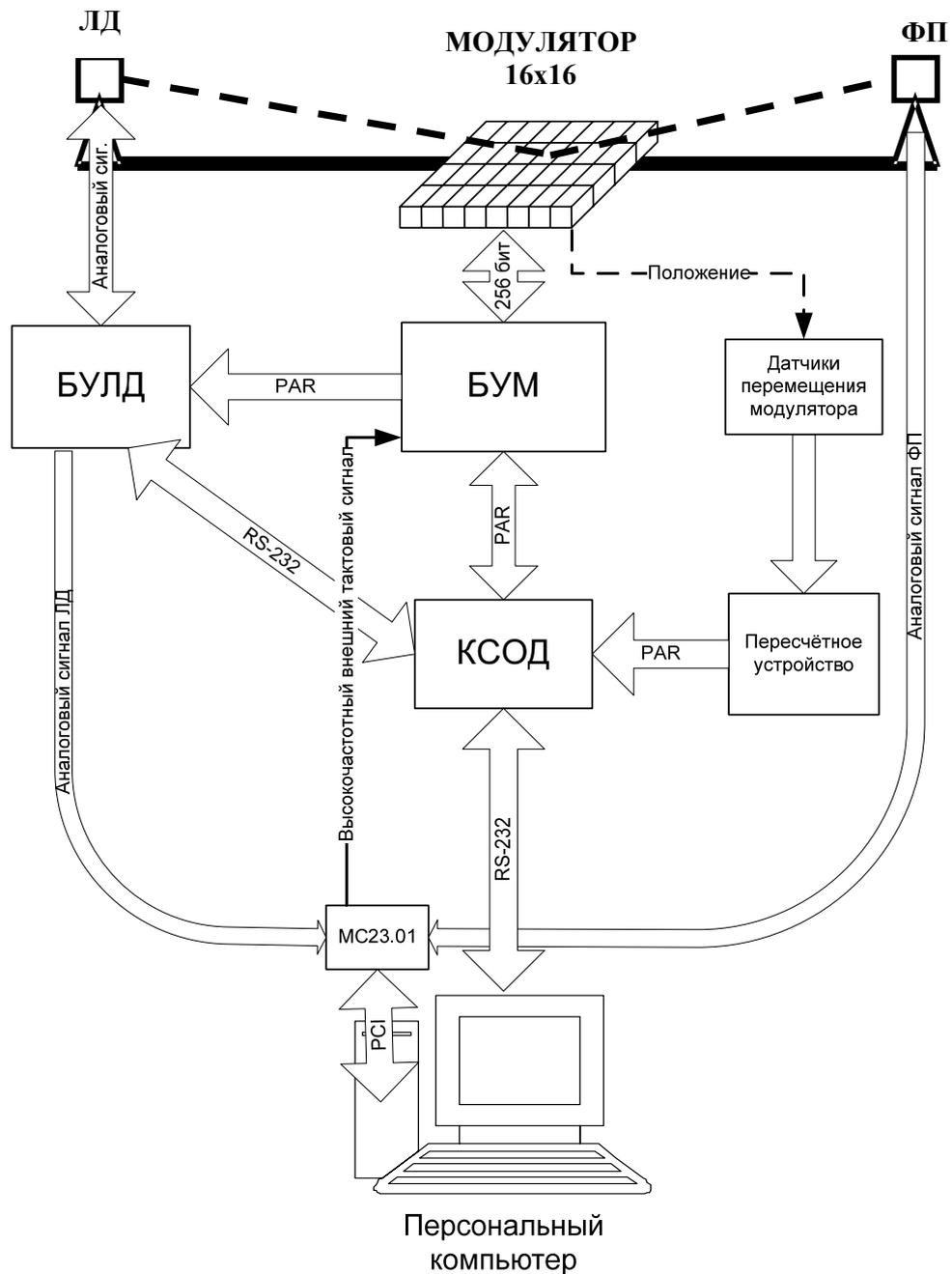
В состав технических средств входят: контроллер сбора и обработки данных (КСОД), блок управления лазерным диодом (БУЛД), блок управления матричным оптоэлектронным модулятором (БУМ), измерительный блок МС23.01, персональный компьютер, разработанное ПО верхнего уровня, оптическая скамья с подвижным столом и пересчётное устройство. Принципиальная схема стенда представлена на рис. 1. Оптическая схема стенда представлена на рис. 2.

Суть тестирования заключается в следующем [2]:

- Подача на лазерный диод управляющего сигнала задаваемой формы (частота, скважность, токи модуляции и смещения);
- Попадание оптического сигнала на определённую ячейку МОЭМ (значения ячеек устанавливаются заранее или изменяются в процессе).
- Улавливание фотоприёмником частично-отражённого оптического сигнала от ячейки.

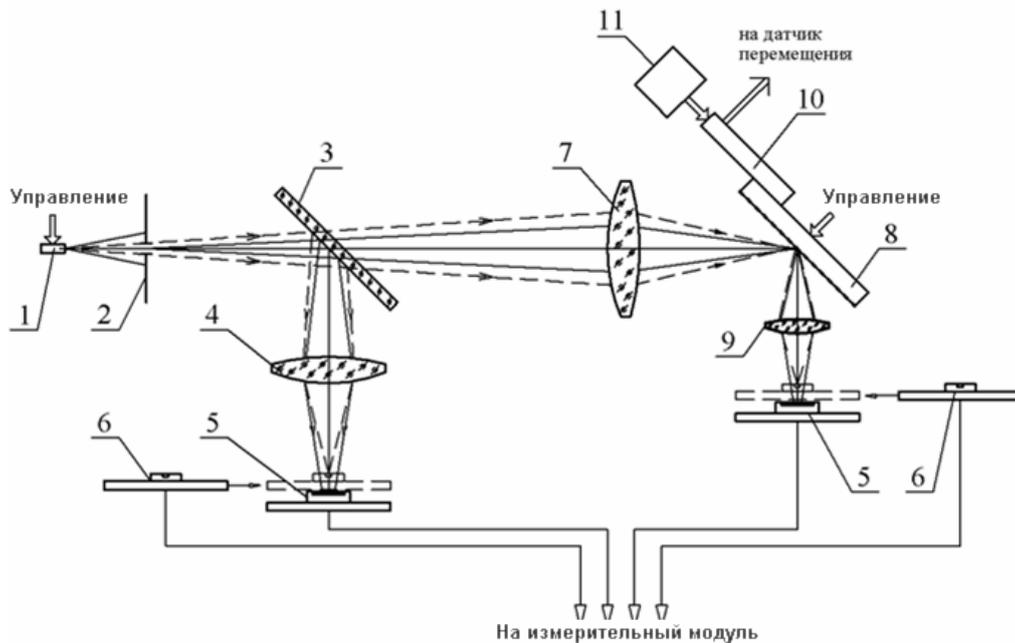
- Измерение и оцифровка полученного электрического сигнала в модуле MC23.01.
- Извлечение данных из памяти модуля MC23.01 в память ПК.
- Анализ результатов программными средствами с возможностью архивирования и протоколирования.

Результатом тестирования является заключение о качестве работы МОЭМ: взаимное влияние соседних ячеек, частотные характеристики, максимальная пропускная способность, качество измеряемого сигнала в зависимости от: состояния МОЭМ, токов смещения и модуляции лазерного диода, напряжений питания подложки МОЭМ и управляющей ПЛИС и т.п.



- | | |
|---|--|
| 1. ЛД – лазерный диод или лазерный модуль. | 5. КСОД – контроллер сбора и обработки данных. |
| 2. ФП – плата фотоприёмника. | 6. MC23.01 – быстродействующий модуль MC23.01. |
| 3. БУЛД – блок управления лазерным диодом. | 7. PCI – шина обмена MC23.01 с персональным компьютером. |
| 4. БУМ – блок управления матричным оптоэлектронным модулятором. | 8. PAR – параллельная шина обмена. |

Рисунок 1. Принципиальная схема стенда.



- | | |
|----------------------------------|--|
| 1. Лазерный диод ЛД 1А444. | 7. Объектив 2. |
| 2. Диафрагма. | 8. Матричный модулятор света (ММС). |
| 3. Плоскопараллельная пластина. | 9. Объектив 3. |
| 4. Объектив 1. | 10. Столик с микрометрической подвижкой. |
| 5. Фотоприемник ФД-7К. | 11. Механизм для передвижения столика. |
| 6. Фотоприемник МІTEL J 15073.1. | |

Рисунок 2. Оптическая схема стенда для исследования экспериментального образца ММС.

Краткое описание основных модулей стенда.

Блок управления лазерным диодом предназначен для формирования токов смещения и модуляции полупроводникового лазерного диода или лазерного модуля, с целью обеспечения требуемого режима его функционирования. Блок управления лазерным диодом построен на основе специализированной микросхемы для управления лазерными диодами (драйверов ЛД) типа AD9660 производства фирмы ANALOG DEVICES и микроконтроллера RISC-архитектуры Cygnal C8051F017. Для управления лазером используются стартовый и калибровочные импульсы, формируемые БУМ. Установка токов модуляции и смещения производится по интерфейсу RS-232 при обмене с КСОД.

Блок управления матричным оптоэлектронным модулятором служит для формирования и выдачи сигнала управления матричным оптоэлектронным модулятором света, синхронизации старта эксперимента, формировании стартового и калибровочных импульсов подаваемых на БУЛД, а также для регулирования питания подложки матричного оптоэлектронного модулятора.

Основными элементами БУМ является управляющая ПЛИС **EPF10K100**, и МОЭМ, имеющая размерность 16x16 ячеек. Каждая ячейка управляется соответствующим выводом управляющей ПЛИС. Конфигурация ПЛИС осуществляется КСОД`ом. Тактирование ПЛИС осуществляется модулем МС23.01.

Плата фотоприёмника предназначена для усиления сигнала от фотоприёмника и согласование его с диапазоном измерений модуля МС23.01.

Пересчётное устройство – блок УЦП-1М предназначенный для определения текущих координат подвижного стола оптической скамьи и выдачи цифрового значения координат в параллельном двоично-десятичном коде.

Контроллер сбора и обработки данных организывает обмен данными ПК с пересчётным устройством, блоком управления модулятором и блоком управления лазерным диодом, измеряет напряжения подложки МОЭМ и управляющей ПЛИС EPF10K100, а также осуществляет начальное конфигурирование ПЛИС EPF10K100, находящейся на плате БУМ. Основными элементами КСОД являются: 8-битный AVR RISC микроконтроллер ATmega128 и ПЛИС фирмы Altera серии MAX 3000A **EPM3032** [3]. Конфигурационная программа для ПЛИС хранится в энергонезависимой FLASH памяти **AT45DB041B**. ATmega128 осуществляет побитное пассивное последовательное конфигурирование ПЛИС EPF10K100(БУМ) конфигурационной программой. ПЛИС EPM3032 используется для преобразования цифрового параллельного двоично-десятичного кода от пересчётного устройства в последовательный. Обмен с ПК и с БУЛД осуществляется по интерфейсу RS-232.

Быстродействующий измерительный модуль МС23.01 – представляет собой плату на базе СБИС 1879VM3 (DSM) и предназначен для организации двухканальных измерений (от лазерного диода и фотоприемника) с частотой дискретизации до 500 МГц, выдачи высокочастотных тактирующих импульсов с изменяемой частотой (10кГц – 250 МГц) и скважностью [4].

Персональный компьютер предназначен для задания и управления процессом тестирования, получения результатов, их анализа и последующего архивирования и протоколиро-

вания. Управление МС23.01 и прочими модулями осуществляется разработанной программой верхнего уровня «ВЕГА ТЕСТ».

На рис.3 представлена зависимость оптического контраста от номера элемента ММС опытного образца МОЭМ. По результатам тестирования опытный образец имеет около 10 процентов непригодных ячеек [5].

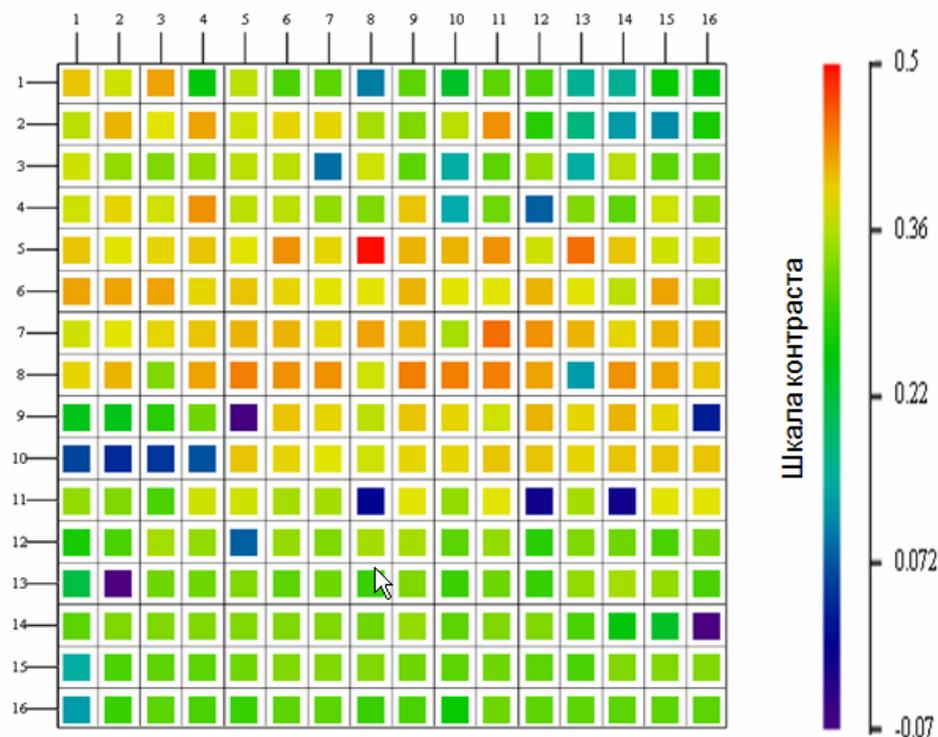


Рисунок 3. Зависимость оптического контраста от номера элемента МОЭМ.

Таким образом, использование автоматизированного стенда позволяет получить, проанализировать и сделать выводы о качестве работы таких оптоэлектронных компонентов, как лазерные диоды, фотоприёмники и матричные оптоэлектронные модуляторы (МОЭМ). Инструментальные средства макетов проверены стандартными промышленными измерительными приборами для подтверждения их работоспособности и высоких измерительных характеристик.

Библиографический список

[1] Кирпичев К.Ю., Неретин Е.С. Контроллер управления испытаниями оптоэлектронных компонентов в реальном масштабе времени // Сборник статей V Межрегиональной

научно-практической конференции студентов и аспирантов «Инновационные технологии в экономике, информатике и медицине». – Пенза: ПГТА, 2008. – с. 90-93.

[2] Егоров А.А., Кирпичев К.Ю., Неретин Е.С., Паппэ Г.Е. Микропроцессорный контроллер сбора и обработки данных для проведения измерений в оптоэлектронике // Промышленные АСУ и контроллеры. – №06. – 2006. – с. 58-61.

[3] Неретин Е.С. Контроллер для управления процессом тестирования оптоэлектронных компонентов // XXXIII ГАГАРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ. Научные труды Международной молодежной научной конференции в 8 томах. Москва, 3-7 апреля 2007 г. – М.: МАТИ, 2007. Т. 2. – с. 148-149.

[4] Князева В.В., Неретин Е.С., Окатов Ю.Э. Разработка автоматизированного модуля тестирования оптоэлектронных компонентов различного назначения // Всероссийская студенческая научно-техническая школа-семинар «Аэрокосмическая декада». Под ред. Куприкова М.Ю. – М.: Изд-во МАИ, 2008. – с. 42-43.

[5] Кирпичев К.Ю., Неретин Е.С. Автоматизированный комплекс испытаний высокочастотных оптоэлектронных устройств // Микроэлектроника и информатика – 2009. 16-я Всероссийская межвузовская научно-техническая конференция студентов и аспирантов: Тезисы докладов. – М.: МИЭТ, 2009. – с. 200.

Сведения об авторах

Кирпичев Константин Юрьевич – аспирант Московского авиационного института (государственного технического университета), bk@scadas.ru, (499) 158-41-69

Неретин Евгений Сергеевич – аспирант Московского авиационного института (государственного технического университета), evgeny.neretin@gmail.com, (499) 158-41-69