

УДК 535.253; 53.087.4

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ БАЗОВЫЙ ЛАЗЕРНЫЙ ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ВИДОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ФОТОПРИЕМНИКОВ

Залесский В.Б., Малютина-Бронская В.В., Сорока С.А., Ермаков О.В.,
Гребенщиков О.А., Леонова Т.Р.

ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника»

Минск, Республика Беларусь

Введение. В последнее десятилетие фотоэлектроника быстро развивается, появляются быстродействующие и многоспектральные матричные, и другие фотоприемные устройства (ФПУ), лавинные фотоприемные модули, «высокотемпературные» фотоприемники с рабочей температурой охлаждения фоточувствительного слоя значительно выше температуры жидкого азота, фотодетекторы регистрации слабых оптических сигналов, в том числе на новых физических принципах и другие. В свою очередь, среди оптоэлектронных приборов фотоприемники, в частности, фотодиоды (ФД), используются для широкого круга применений - от телекоммуникаций до прецизионных измерений в области оптической радиометрии.

Таким образом, указанные тенденции задают специфические требования к используемым ФПУ, для обеспечения определения характеристик которых необходимо специализированное измерительное оборудование с расширенными функциональными возможностями в соответствии с требованиями их исследований, разработки и тестирования.

И одной из важных задач разработчиков и производителей ФПУ является комплексное измерение основных оптических и электрических параметров и характеристик прибора и возможности анализа полученных данных.

Целью данной работы было в одном комплексе соединить основные методики, используемые для измерения и оценки параметров и характеристик ФПУ различного типа, в том числе различного корпусного исполнения, спектрального диапазона и других.

Состав автоматизированного комплекса.

Исходя из поставленной цели в создание комплекса лег модульный подход. Испытательный комплекс состоит из унифицированных модулей, которые могут позволить без дополнительных материальных затрат макетировать различные структурные схемы оптоэлектронных устройств и обеспечивать их наилучшие характеристики путем оптимизации отдельных параметров унифицированных модулей в зависимости от характеристик применяемых ФПУ. Схема автоматизированного базового лазерного испытательного комплекса для ФПУ представлена на рисунке 1.

Оптический модуль (ОМ) включает в себя модуль позиционирования (МП) для размещения испытуемого ФПУ, лазерный источник излучения (ЛИИ), состоящий из мультиспектрального источника лазерного излучения (МСИЛИ) с длиной-ми волн в диапазоне от 405 до 1100 нм на базе полупроводниковых лазеров типа LDI с одинаковой мощностью излучения для измерения абсолютной спектральной чувствительности, импульсные источники лазерного излучения с длинами волн 405 нм, 550 нм и 900 нм. В состав данного модуля так же входит двухкоординатный стол для проведения исследований равномерности фотоэлектрических параметров по площади фотоприемника.

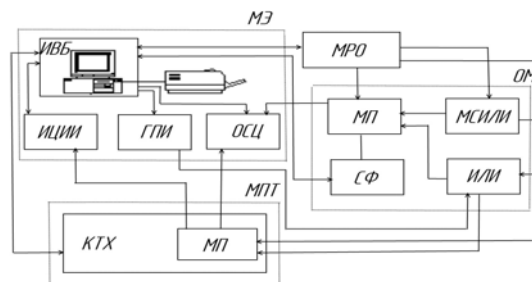


Рисунок 1 – Схема автоматизированного базового лазерного комплекса для тестирования фотоприемников:

МРО – место рабочее оператора; МЭ – модуль электроники (ИВЦ – информационно-вычислительный блок; ИЦИИ – интерактивный цифровой источник-измеритель; ГПИ – генератор произвольного импульса, ОСЦ – осциллограф); ОМ – оптический модуль (МП – модуль позиционирования; МСИЛИ – мультиспектральный источник лазерного излучения; ИЛИ – импульсный источник лазерного излучения); МПТ – модуль позиционирования и термостатирования (КТХ – камера тепла и холода; МП – модуль позиционирования)

МСИЛИ с длинами волн в диапазоне от 405 нм до 1100 нм на базе полупроводниковых лазеров типа LDI представляет собой 9 лазерных диодов с длинами волн 405, 450, 520, 660, 780, 808, 905, 980 и 1064 нм с общим оптоволоконным выводом и с платами управления. Для питания лазерных диодных модулей используются модули управления со стабилизацией тока накачки и температуры лазерных диодов. Для отвода выделяющейся теплоты лазерные диодные модули крепятся к внешнему радиатору.

Оптические волокна от 9 лазерных диодов собраны в оптическом комбайнере в выходном разъеме. Центры волокон располагаются в пределах окружности диаметром 600 мкм. Оптические волокна являются одномодовыми для соответствующих длин волн оптического излучения и выходное излучение имеет профиль близкий к гауссовому.

Спектрофотометр (СФ) предназначен для проведения измерений для измерения относительной и абсолютной спектральной чувствительности фотоприемных устройств.

Метод измерения спектральной чувствительности ФПУ основан на сравнении спектральных чувствительностей исследуемого ФПУ с опорным приемником излучения, относительная и абсолютная спектральная чувствительность которого известна.

Модуль термостатирования и позиционирования (МТП) состоит из камеры тепла и холода (КХТ) для обеспечения измерений в диапазоне температур от минус 60°C до + 60 °C и модуля позиционирования (МП). МТП предназначен для создания определенных температурных условий при измерении фотоэлектрических параметров. МП предназначена для размещения испытуемого объекта (ФПУ) внутри камеры тепла и холода и его позиционирования относительно оптического излучения подаваемого с ОМ. С помощью разработанного МП происходит соосное согласование ФПУ и источника излучения. Система позиционирования встроена в дверцу КХТ.

Модуль электроники (МЭ) предназначен для подачи на испытуемый ФПУ контрольного напряжения заданной амплитуды, длительности и формы импульса, регистрации выходного фототока фотоприемника, обработки сигналов, обеспечения синхронности измерений, анализа переходных и шумовых характеристик фотоприемника, контроля температуры фотоприемника, автоматического расчета эксплуатационных характеристик фотоприемника – темнового тока, фототока, уровня шумов – шум-фактора, коэффициента умножения.

В состав модуля электроники входит: ИВЦ-информационно-вычислительный блок, ИЦИИ-интерактивный цифровой источник-измеритель, ГПИ- генератор произвольного импульса, ОСЦ-осциллограф. ИЦИИ – это калибратор-измеритель напряжения и силы тока и предназначен для воспроизведения и измерения напряжения и силы постоянного тока, а так же для измерения сопротивления. ГПИ предназначен для формирования сигнала и управления источниками излучения подаваемого на ФПУ (возможность задавать частоту, длительность и фор-

му сигнала от ИЛИ). ОСЦ предназначен для измерения характеристик выходного сигнала с ФПУ и контроля формируемого сигнала ГПИ.

ИВЦ обеспечивает управление комплексом с помощью персонального компьютера для визуализации, обработки и передачи результатов измерений в локальной компьютерной сети. Для комплекса возможно использование как стандартного программного обеспечения (ПО), поставляемое с измерительными приборами, так и разработанного ПО.

Параметры комплекса (рисунок 2):

- Спектральный диапазон возбуждающего излучения: от 405 до 1060 нм;
- Диапазон измерения токов: от 10^{-10} до 2 А;
- Диапазон напряжения на фотоприемнике: от 10^{-6} до 500 В;
- Диапазон частоты подаваемых импульсов оптического излучения: от 0 до 500 МГц.



Рисунок 2 – Внешний вид автоматизированного базового лазерного комплекса для тестирования фотоприемников

Методики измерения параметров разработаны в соответствии с ГОСТ-17772-88 «Приемники излучения полупроводниковые фотоэлектрические и фотоприемные устройства».

Данный комплекс имеет свидетельство о метрологической аттестации БелГим.

Вывод. Автоматизированный лазерный испытательный комплекс позволит испытывать все основные параметры ФПУ под действием лазерного излучения видимого и ближнего инфракрасного (ИК) диапазонов спектра в соответствии с существующими стандартами, а автоматизация и модульное исполнение комплекса позволяет сократить время испытаний ФПУ, эффективно оценивать параметры разрабатываемых приборов, что является актуальным для обеспечения конкурентоспособности отечественной оптоэлектронной базы.

Благодарности. Работа выполнена в рамках задания 1.10 подпрограммы «Уникальное научное оборудование» ГНТП «Эталоны и научные приборы».