

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ИК-ОПТОПАР ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ СЕНСОРОВ

В работе проведены исследования промышленных светодиодов серий АЛ107, АЛ119 для создания высокоточных оптикоэлектронных измерительных систем. Исследования оптопар в динамическом режиме проводились на установке, моделирующей движение сенсоров при скоростях до 30 м/с. Исследованы спектры излучения светодиодов АЛ107, АЛ119 в зависимости от величины импульсов тока в диапазоне 0,1—10 А, при длительности 5,60 мкс. Проведены измерения фоточувствительности светодиодов в спектральном диапазоне 0,8—1,2 мкм. Результаты исследований показали, что для создания оптикоэлектронных систем измерений высокой точности перспективными являются оптопары АЛ107, АЛ119.

Проблема согласования излучательных и приемных элементов в оптикоэлектронных датчиках нашла развитие в предлагаемой работе по использованию фоточувствительности светодиодов [1] в режиме фотоприема.

Одной из основных задач, которые приходится решать при согласовании элементов сенсора, является выбор пары излучатель-фотоприемник. Задавая полосу пропускания оптикоэлектронного устройства, исходят из предположений, что устройство преобразования сигналов в данном диапазоне интенсивностей и частот ведет себя как линейный элемент. Поэтому при совместной работе излучателя и фотоприемника достигается требуемая амплитудно-частотная характеристика. При этом сохраняется принцип суперпозиции для преобразований, что позволяет использовать разложение сигнала на гармонические составляющие в приемном устройстве, используя его амплитудно-частотную характеристику.

В динамическом режиме на работу фотоприемника оказывает влияние его инерционность,

которая может стать причиной появления частотных, фазовых и нелинейных искажений. Сигнал фотоприемника зависит не только от величин, влияющих на ток в статическом режиме, но и частотно-временных параметров динамического режима. Те же параметры тока накачки излучателей влияют на их спектральные и частотные характеристики.

Для создания высокоточных оптикоэлектронных измерительных систем были проведены исследования фоточувствительности промышленных светодиодов серий АЛ107. В качестве элементов оптопар были выбраны светодиоды АЛ107 и фотодиоды ФД256, ФД9Э111.

Исследования оптопар в динамическом режиме проводились на установке, разработанной в Научно-техническом центре «Датчики и регистрирующие системы» кафедры экспериментальной физики Одесского национального университета, позволяющей моделировать перемещение оптикоэлектронных сенсоров с исследуемым объектом или поверхностью (рис. 1).

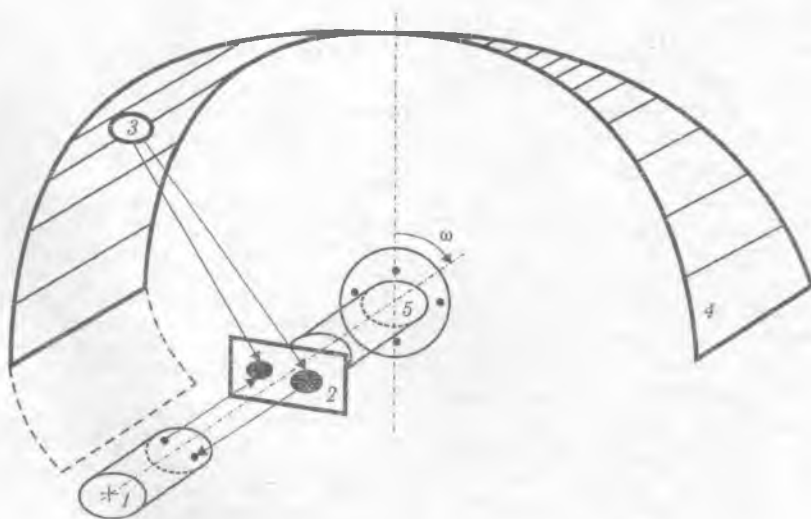


Рис. 1. Блок-схема измерительной установки:

- 1 — исследуемые элементы сенсора (ФП; излучатель); 2 — блок зеркальной развертки;
3 — площадь отражения излучения; 4 — отражающая поверхность; 5 — двигатель

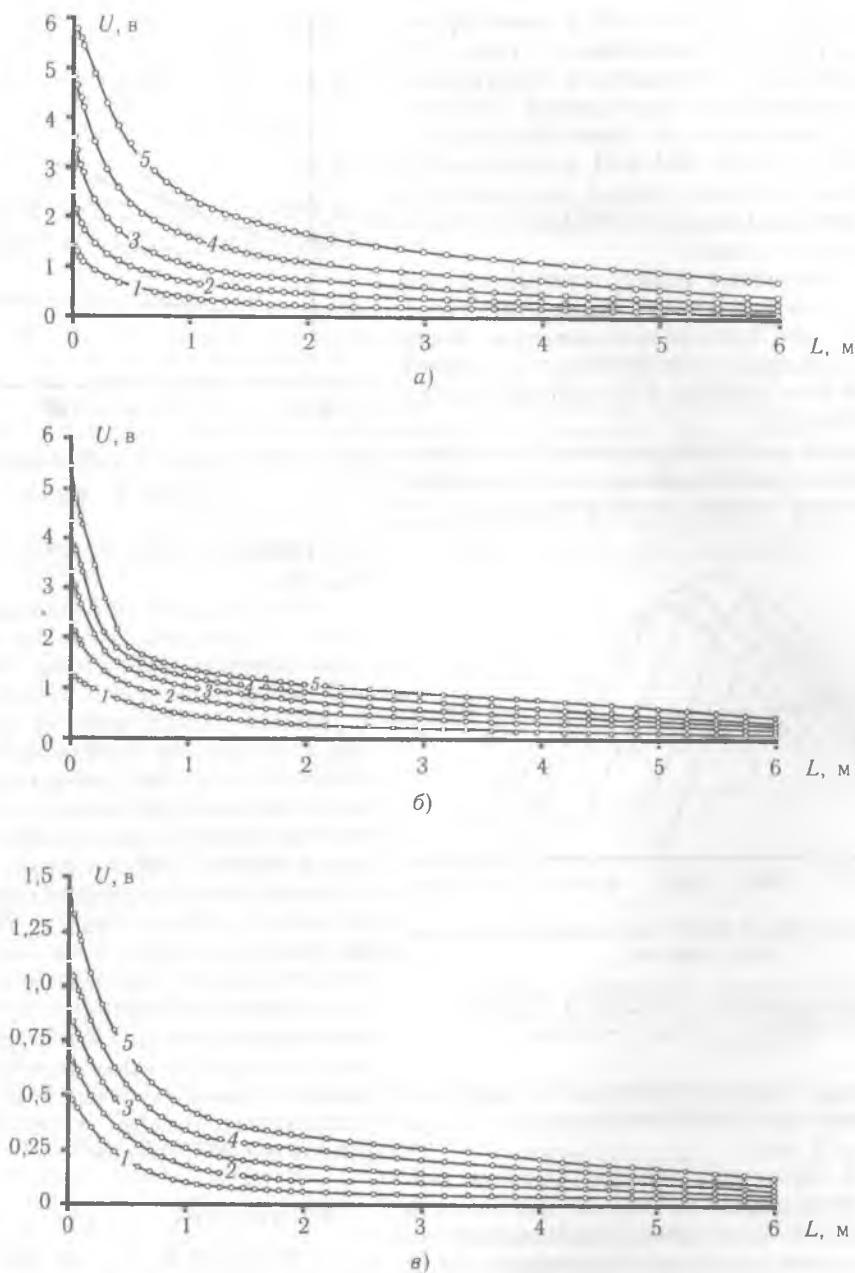


Рис. 2. Дистанционные характеристики сенсора при токах накачки:

1 — $I = 45$ мА, $\tau = 10$ мкс; 2 — $I = 90$ мА, $\tau = 20$ мкс; 3 — $I = 135$ мА, $\tau = 30$ мкс;
4 — $I = 180$ мА, $\tau = 40$ мкс; 5 — $I = 225$ мА, $\tau = 50$ мкс; $T = 600$ мкс,

а — АЛ107 — ФД9Э111; б — АЛ107 — ФД256; в — АЛ107 — АЛ107

Измерения дистанционных характеристик промышленных оптопар проводились с различными токами накачки на скорости сближения 30 м/с.

На рис. 2 представлены дистанционные характеристики сенсора с различными элементами оптопар при импульсных токах накачки светодиода АЛ107. Анализ полученных результатов показал, что линейность дистанционных характеристик выше у оптопар, где в качестве фотоприемника использовался светодиод.

Для выяснения причин такой нелинейности дистанционных характеристик сенсора проведены исследования спектров излучения светодиодов, а также их спектральной фоточувствительности.

Измерения проводились по стандартным методикам. Стабилизация напряжения на фотоприемниках и светодиодах осуществлялась с помощью блока питания ТЕЭС-1300п, форма импульсов тока через светодиод контролировалась с помощью осциллографа С1-82.

Для работы светодиода в импульсном режиме с заданными параметрами был разработан генератор с мощным выходным каскадом, позволяющий формировать импульсы 0,1—10 А с длительностью импульса от 1 до 300 мс.

Для исследований фоточувствительности светодиодов и фотодиодов разработан усилитель, с величиной подавления синфазной составляющей 90—100 дБ, на базе прецизионного

инструментального ОУ INA-118, в качестве выходного каскада использовался усилитель ОРА627. Измерение спектральной чувствительности фотоприемников и светодиодов (спектров излучения) проводилось на базе спектрофотометра СФ-46. Прибор ИМО-24 использовался для измерения светового потока излучателей, а также для контроля мощности излучения, падающей на фотоприемники.

Спектры излучения АЛ107 светодиода при различных токах накачки приведены на рис. 3. Как видно из рис. 3 максимум излучения диода сдвигается в длинноволновую область спектра с увеличением тока накачки, а амплитуда в максимуме уменьшается.

Установлена зависимость между спектральным положением максимума амплитуды излучения и величиной импульсов тока накачки.

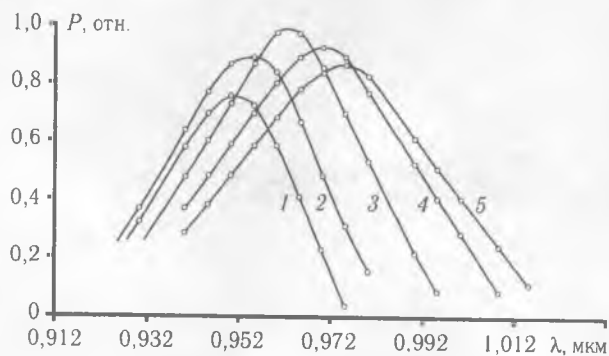


Рис. 3. Спектры излучения АЛ107 светодиода при различных токах накачки:

1 — $I = 45$ мА, $\tau = 10$ мкс; 2 — $I = 90$ мА, $\tau = 20$ мкс;
3 — $I = 135$ мА, $\tau = 30$ мкс; 4 — $I = 180$ мА, $\tau = 40$ мкс;
5 — $I = 225$ мА, $\tau = 50$ мкс; $T = 600$ мкс.

Исследована фоточувствительность промышленных светодиодов АЛ107 в спектральном диапазоне 0,8—1,2 мкм.

На рис. 4 приведены спектры фоточувствительности светодиода АЛ107 и фотодиодов ФД9Э111, ФД256. Сравнение спектральной чувствительности светодиода и фотодиодов в этой области показало, что светодиоды имеют постоянную величину чувствительности, однако, она

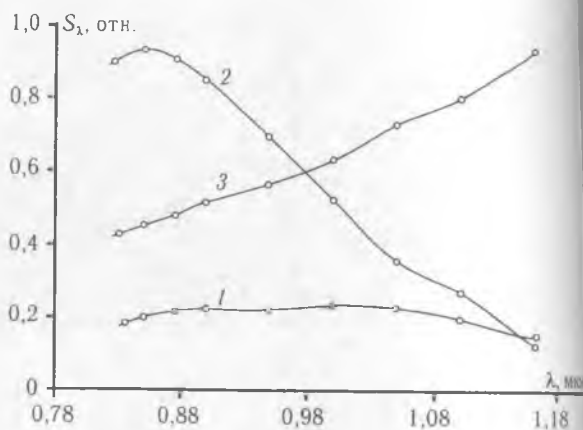


Рис. 4. Спектральная чувствительность фотоприемников:

1 — АЛ107; 2 — ФД256; 3 — ФД9Э111

в несколько раз меньше, чем у ФД9Э111, ФД256.

Как показали исследования оптопар, нелинейность дистанционных характеристик ИК-сенсора вызвана изменением спектров излучения АЛ107 светодиода под действием тока накачки, а также ростом либо спадом спектральной чувствительности фотодиодов ФД9Э111, ФД256. Линейность дистанционных характеристик оптопары светодиод-светодиод определяется постоянной величиной спектральной фоточувствительности АЛ107. Аналогичные результаты были получены для светодиодов серии 119. Анализ полученных данных показал, что оптопара светодиод-светодиод ведет себя, как линейный элемент ИК-сенсора в широком диапазоне изменений интенсивностей световых потоков и импульсов тока накачки. Результаты исследований показали, что для создания высокоточных оптоэлектронных измерительных систем наиболее подходящей являются оптопары, составленные из светодиодов АЛ107, АЛ119.

Литература

1. Молчанюк В. И. и др. Фотоприемные свойства полупроводниковых излучателей. Тез. докл. I Всесоюз. конф. по фотоэлектрическим явлениям в полупроводниках. — Ташкент, 24—26 октября 1989. — С. 115.