

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра автоматизации производственных процессов

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МАЛЫХ
ПЕРЕМЕЩЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторной работы
по дисциплине «Технические измерения и приборы»
для студентов очной и заочной форм обучения направлений
15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»,
27.03.04 «Управление в технических системах»

Курган 2017

Кафедра автоматизации производственных процессов

Дисциплина: «Технические измерения и приборы»

Составил: старший преподаватель Иванов А. А

Методические указания составлены на основе переработки методических указаний Кузнецов В. П., Иванов А. А. Исследование измерительной системы малых перемещений на основе волоконно-оптических преобразователей. Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Информационно-измерительные устройства». - Курган : КМИ. – 1983.

Утверждены на заседании кафедры 21 декабря 2017г.

Рекомендовано методическим советом университета «12» декабря 2016г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Теоретические основы функционирования оптоэлектронных преобразователей перемещений	4
2 Структура и основные элементы оптоэлектронного преобразователя перемещений со световодами	7
3 Основные метрологические характеристики и параметры преобразователей перемещений	12
4 Исследование оптоэлектронного преобразователя со световодами для измерения малых перемещений	15
4.1 Снятие статической характеристика ОЭСП	16
4.2 Определение основных метрологических характеристик ОЭСП по статической характеристике	17
5 Порядок выполнения работы	18
Список литературы	19

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические указания являются руководством для выполнения лабораторной работы по теме «Исследование измерительной системы малых перемещений на основе волоконно-оптических преобразователей», выполнение которой призвано способствовать приобретению практических навыков по определению метрологических характеристик и параметров реального измерительного преобразователя.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

На сегодняшний день широкое распространение в технике контроля различных физических величин получили оптоэлектронные преобразователи (ОЭП), в которых измеряемая величина воздействует на оптический канал, изменяя параметр излучаемого потока при его распространении от источника к приемнику (рисунок 1) [1].

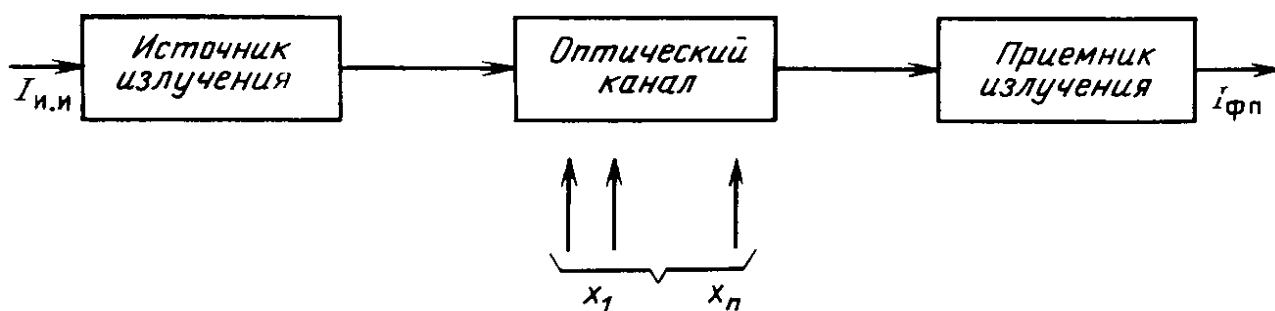


Рисунок 1 - Схема канала преобразования информации оптических преобразователей

При использовании в оптическом канале световодов данный вид оптоэлектронных преобразователей называют волоконно-оптическими преобразователями (ВОП). Различают, как правило, три основных типа преобразователей, структуры которых представлены на рисунке 2:

1) преобразователи, работа которых основана на изменении характеристик оптического волокна под влиянием внешних воздействии (рисунок 2, а). При этом используются такие физические явления, как эффект Фарадея, эффект Керра и др.;

2) преобразователи «физическая величина - свет». Чувствительным элементом может быть как сам измеряемый объект, так и специальный элемент, прикрепляемый к нему (рисунок 2, б);

3) преобразователи, в которых под воздействием физической величины изменяется интенсивность потока некогерентного излучения (рисунок 2, в).

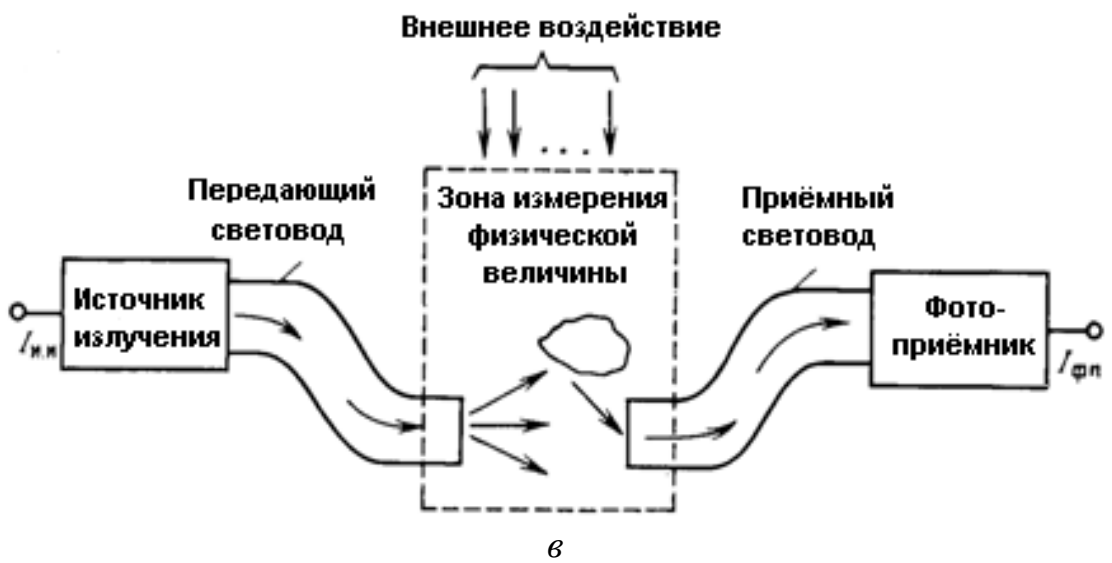
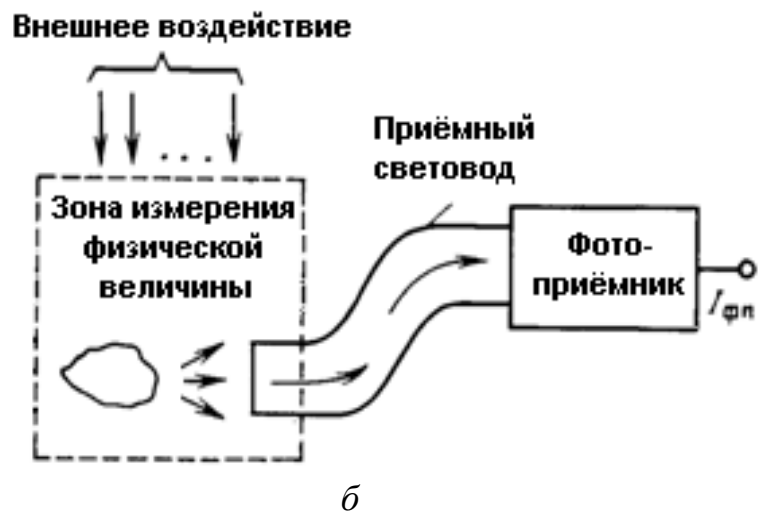
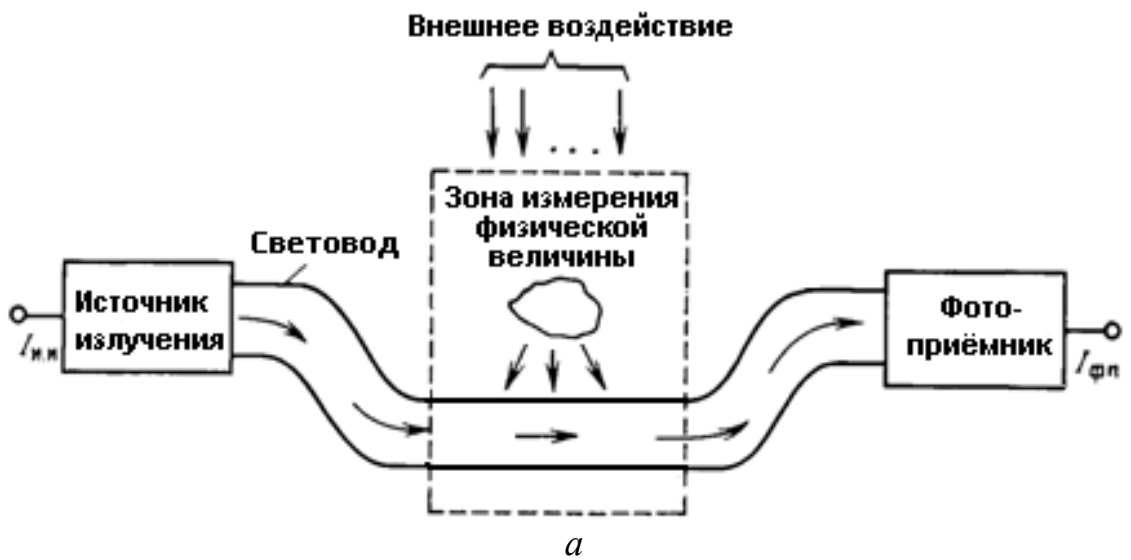


Рисунок 2 - Структурные схемы ВОП

Наиболее широкое распространение на практике получили преобразователи третьего типа благодаря простоте конструкции, низкой стоимости компонентов и разнообразию регистрируемых с их помощью физических величин.

На основе ОЭП созданы устройства обработки изображения, а также малогабаритные преобразователи линейных и угловых перемещений, датчики давления, уровнемеры, измерители качества и оптических характеристик поверхности и другие устройства [1].

Основными преимуществами ОЭП с волоконной структурой являются возможность подведения света к контролируемой точке и установка электронных элементов ОЭП в удаленном месте, что важно при измерении во взрыво- и пожарных агрессивных средах, при наличии внешних электромагнитных полей, в труднодоступных местах. В качестве источника излучения могут быть использованы твердотельные полупроводниковые лазеры или светоизлучающие диоды (СИД), в качестве фотоприемников - фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы. Лазерные источники применяются при повышенных требованиях к когерентности излучения. Светодиоды, работающие в инфракрасной области спектра, имеют по сравнению с лазерами повышенную удельную мощность излучения и высокий КПД.

Большинство простейших оптоэлектронных преобразователей работает на основе отражения инфракрасного излучения от поверхности объекта.

Рассмотрим физическую модель оптоэлектронного преобразователя, работающего на отражение. Разместим точечный источник излучения в начале координат, а фоточувствительную площадку приемника в плоскости ZY , как показано на рисунке 3.

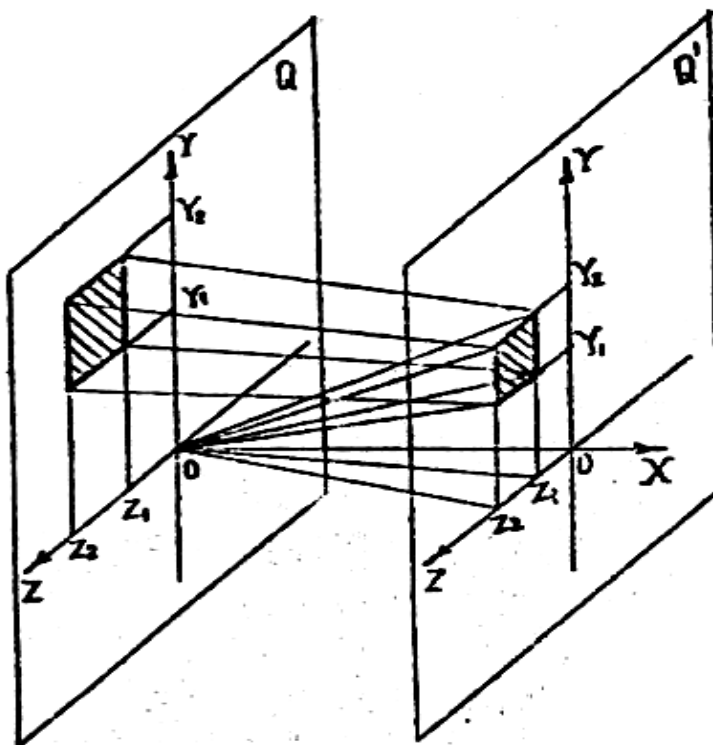


Рисунок 3 - Схема для определения зависимости потока излучения

Отражающую плоскость (измерительную поверхность) Q поместим параллельно плоскости Q на расстоянии X. Для случая зеркального отражения и точечного источника излучения зависимость потока излучения, попадающего на фоточувствительную площадку приемника, от расстояния до отражающей поверхности описывается выражением

$$\Phi(x) = \frac{I_0}{4} \frac{y_2 z_2}{y_1 z_1} \cos \frac{4 \left[\arctg \sqrt{\left(\frac{z}{2x} \right)^2 + \left(\frac{y}{2x} \right)^2} \right]}{2} dydz$$

где I_0 - энергетическая сила источника излучения в направлении оси X; $\Phi(x)$ - поток излучения, падающий на фоточувствительную площадку приемника.

При использовании в качестве фотоприемника полупроводникового диода полный ток через него определяется выражением:

$$I = I_\Phi - I_s(e^{DU} - 1),$$

где I_Φ - фототок, I_s - обратный ток через p-n переход, U - напряжение на фотодиоде, D - коэффициент.

Причем, $I_\Phi = S\Phi$, где S - интегральная токовая чувствительность фотодиода, А/лм.

Таким образом, имеет место зависимость

$$I = S\Phi(x) - I_s(e^{DU} - 1),$$

на основе которой и разрабатывается целый ряд универсальных оптоэлектронных датчиков.

2 СТРУКТУРА И ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОПТОЭЛЕКТРОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ СО СВЕТОВОДАМИ

Структура оптоэлектронных преобразователей перемещений со световодами (волоконно-оптических преобразователей с внешней модуляцией по Е.А.Заку [3]) зависит от конструкции световодного канала и электронной схемы преобразователя.

Наиболее простым по конструкции является преобразователь с двумя отдельными световодами, по одному из которых излучение от источника достигает объекта измерения, а по второму отраженный свет возвращается к фотоприемнику. Торцы световодов могут быть конструктивно объединены в общий коллектор (расщепленный световод). Для передачи падающего и отраженного света может быть использован и всего один световод.

В лабораторной работе изучается преобразователь с двумя световодами.

Структурная схема оптоэлектронного световодного преобразователя (ОЭСЛ) представлена на рисунке 4 и состоит из следующих элементов:

- 1 - устройство стабилизации тока СИД;
- 2 - прецизионного усилитель постоянного тока (УПТ);

- 3 - устройство регулировки коэффициента усиления УПТ;
- 4 - устройство смещения нуля УПТ;
- 5 - устройство стабилизации напряжения питания;
- 6 - источник излучения;
- 7 - фотоприемник;
- 8 - световоды;
- 9 - измерительная поверхность.

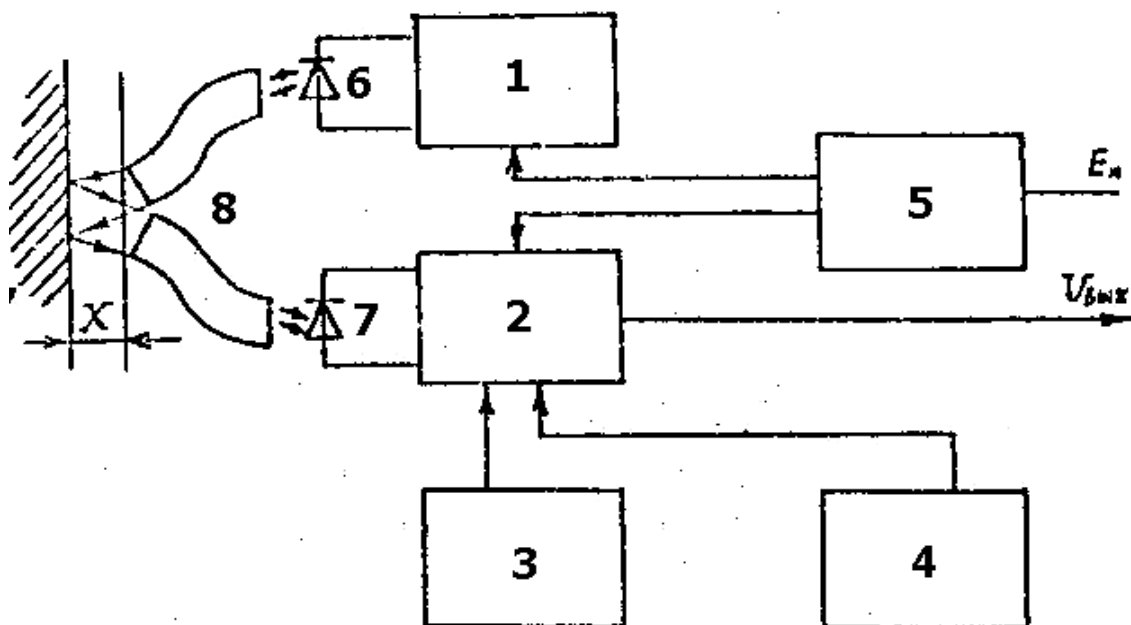


Рисунок 4 - Структурная схема оптоэлектронного световодного преобразователя

Устройство стабилизации тока 1 СИД обеспечивает запитку светодиода постоянным током 60 мА.

Устройство 3 позволяет изменять коэффициент усиления УПТ от 40 до 80 дБ и регулировать, таким образом, чувствительность ОЭСП.

Устройство 4 предназначено для смещения нуля УПТ и обеспечивает регулировку выходного напряжения ОЭСП при установке рабочего диапазона.

В ОЭСП в качестве источника излучения 6 наибольшее распространение получили инфракрасные СИД. Основные характеристики арсенид-галлиевых инфракрасных СВД приведены в [4]. Типичное значение длины волны излучения в максимуме спектральной характеристики аренид-галлиевых инфракрасных СИД типа АЛ106, АЛ107, АЛ108, АЛ115 и др. лежит в пределах 0,9-1 мкм.

В качестве фотоприемника при работе в паре с инфракрасным СИД лучше подходят кремниевые фотодиоды (ФД), имеющие высокую чувствительность в диапазоне 0,8-0,9 мкм и обладающие высоким быстродействием. В лабораторной установке в качестве фотоприемника используется ФД типа ФД256, в качестве источника - СИД типа АД107А. Важной характеристикой СИД и ФД является диаграмма направленности излучения.

На рисунке 5 представлена диаграмма направленности светодиода АЛ107А. Диаграмма направленности излучения СИД как точечного источника излучения определяется его конструкцией, наличием линз, оптическими свойствами материала.

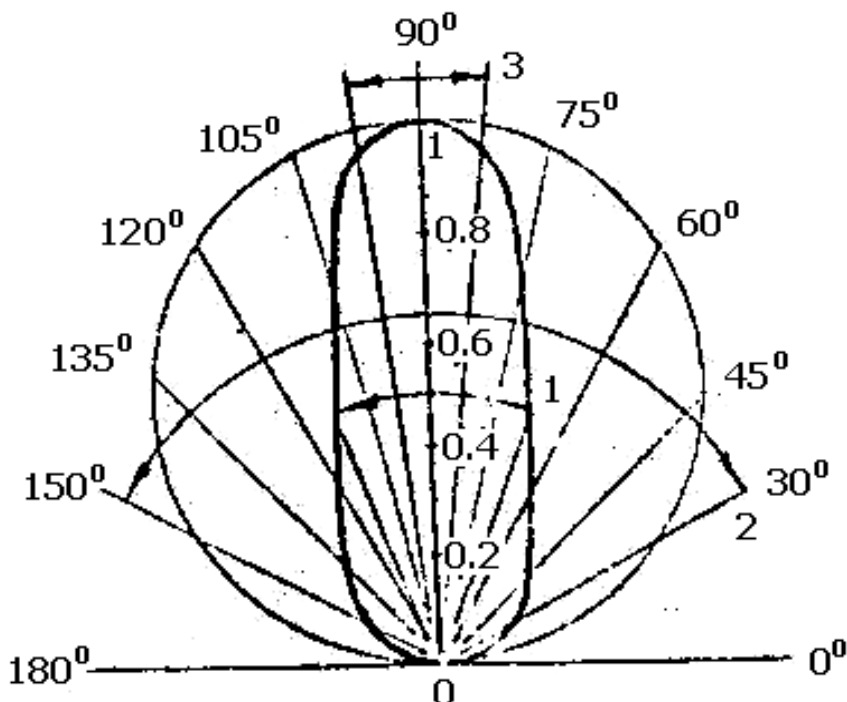


Рисунок 5 - Диаграмма направленности излучения светодиода АЛ107А

Узконаправленность излучения СИД обеспечивает минимум потерь, что важно для построения измерительных преобразователей.

Как элемент электрической цепи СИД характеризуется вольт-амперной характеристикой, близкой к характеристике обычного диода.

Одним из недостатков СИД является зависимость интенсивности излучения от температуры.

С увеличением температуры интенсивность излучения уменьшается, и максимум спектральной характеристики смещается в сторону длинных волн. Величина и характер изменения интенсивности СИД при изменении температуры окружающей среды определяется их физико-химическими свойствами.

В случае линейного характера изменения интенсивности излучения СИД в заданном диапазоне температур температурная нестабильность излучения характеризуется температурным коэффициентом, значение которого находится выражения:

$$K^T = \frac{\Delta\Phi}{\Phi_{max} \cdot \Delta T} \cdot 100\%$$

где $\Delta\Phi$ - величина изменения интенсивности излучения СИД; Φ_{max} - интенсивность излучения; ΔT - изменение температуры СИД.

Значения температурных коэффициентов для некоторых СИД приведены в [4]. Однако изменение интенсивности излучения от температуры имеет более сложный характер. В [4] приведены графические зависимости мощности излучения и прямого напряжения от температуры.

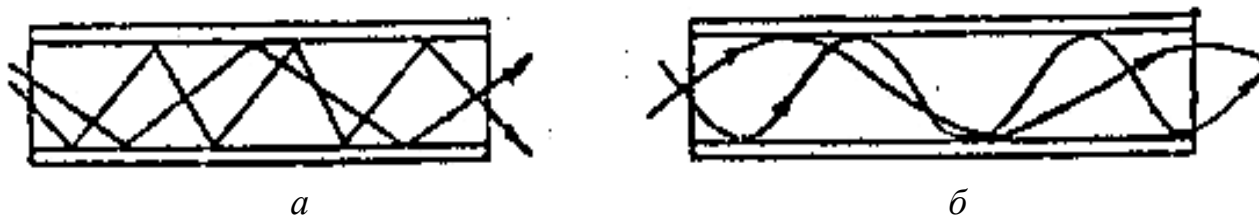
Питание СИД может осуществляться в различных режимах: постоянным током, импульсным током и током специальной формы (например, питание током, сформированным по экспоненте). При применении СИД в измерительных преобразователях перемещений со световодами, как правило, используется питание постоянным током. Применяются следующие методы стабилизации интенсивности излучения СИД: термостатирование, изоляция СИД от различного рода дестабилизирующих воздействий, введение в цепь питания СИД термочувствительных элементов с обратной температурной характеристикой, выбор оптимальных сопротивлений цепи питания СИД, стабилизация рабочего режима введением обратной связи по термозависимому параметру СИД и др.

Световод 8 (рисунок 4) представляет собой пучок элементарных оптических волокон и предназначен для передачи и фокусировки оптического излучения.

Элементарное оптическое волокно - тонкая гибкая нить диаметром от 5 до 300 мкм, изготовленная из прозрачного материала (обычно кварцевого стекла) таким образом, что ее центральная часть оптически более плотная, чем периферийные области. Вследствие этого, благодаря эффекту полного внутреннего отражения от границы раздела материалов с разной плотностью, направляемый на торец волокна сколламированный луч света распространяется вдоль его оси и может пройти с малым затуханием значительное расстояние.

Различают ступенчатые и градиентные световоды.

В ступенчатых световодах, выполненных из материалов с постоянными показателями преломления, траектория распространения световых лучей представляет собой ломаную линию. Показатель преломления градиентных световодов плавно уменьшается от центра к краю, вследствие чего лучи, распространяющиеся вдоль световода, имеют плавную траекторию [5; 6]. (рисунок 6)



*Рисунок 6 - Траектории распространения световых лучей в световодах:
а - ступенчатом; б – градиентном*

Поперечное сечение световодов может иметь круглую, прямоугольную, шестигранную и другую более сложную форму. В зависимости от

упорядоченности укладки пучков элементарных волокон на входном и выходном торцах различают световоды регулярные (для передачи изображения) и нерегулярные (для передачи потока излучения) (рисунок 7).

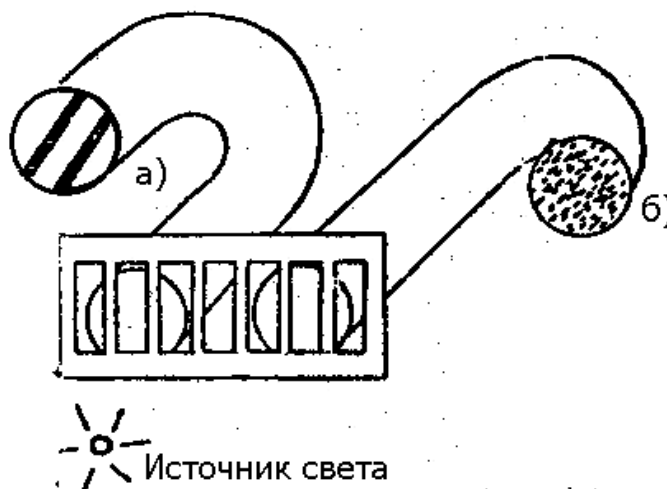


Рисунок 7 - Передача изображения световодами: а – регулярным; б - нерегулярным

По форме торцевых поверхностей световоды бывают: простые (оба торца имеют одинаковую форму), ленточные, кольцевые, расщепленные (рисунок 8).

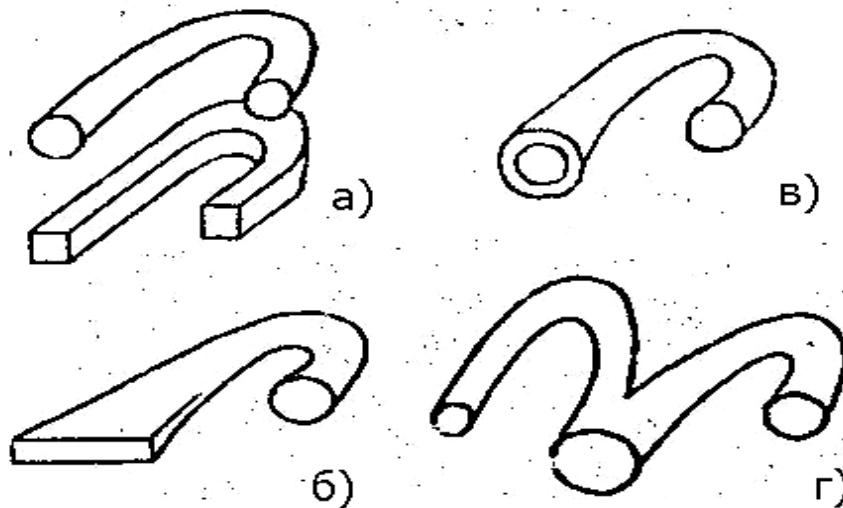


Рисунок 8 - Световоды: а - простые, б - ленточные, в - кольцевые, г - расщепленные

Распространение световых лучей внутри элементарного световода определяется законами геометрической оптики при условии, что диаметр световода в несколько раз превышает длину световой волны. Если диаметр соизмерим с длиной волны, то в световоде могут распространяться только вполне определенные типы волн (моды). Световоды, применяемые на практике, являются многомодовыми: число мод в них больше единицы.

К основным оптическим характеристикам световодов относятся: числовая апертура, коэффициент пропускания и разрешающая способность. Числовая апертура характеризует максимальный телесный угол конического пучка лучей, пропускаемых световодом при условии полного внутреннего отражения от оболочки. Коэффициент пропускания определяется как отношение потока излучения, выходящего из световода, к потоку, входящему в него. Разрешающая способность световода, измеряемая числом линий на 1 мм, примерно равна половине числа волокон, размещенных на 1 мм торца световода.

3 ОСНОВНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПАРАМЕТРЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

Перечень нормируемых метрологических характеристик средств измерений, к которым относятся и измерительные преобразователи, приведен в ГОСТе 8.009-84.

Из всей совокупности нормируемых метрологических характеристик я ненормируемых параметров для преобразователей линейных перемещений наиболее существенными являются следующие:

1) **Статическая характеристика** - функциональная зависимость выходного сигнала преобразователя от входного (измеряемого) перемещения, выраженная в табличной, графической или аналитической форме $y=f(x)$ (рисунок 9).

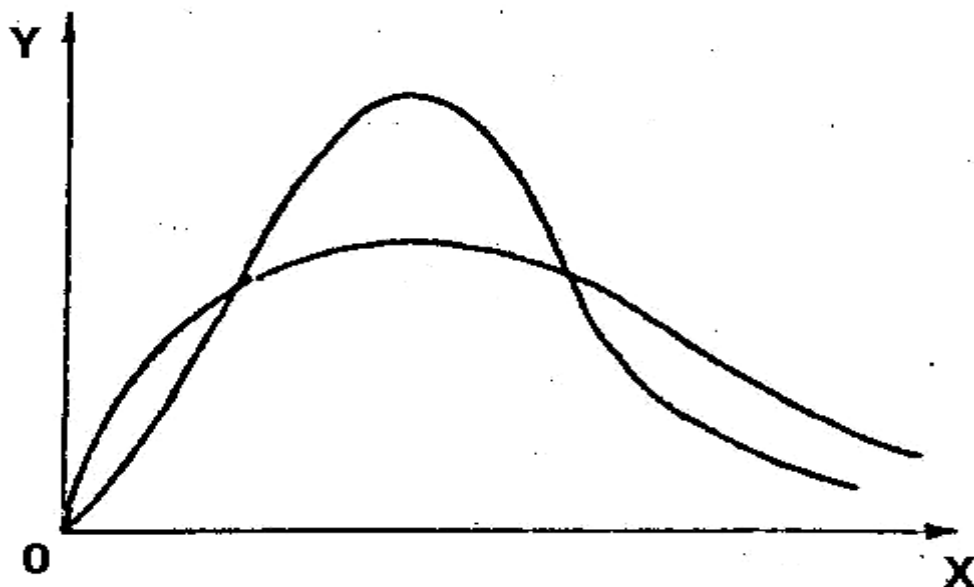


Рисунок 9 - Статические характеристики ОЭП

На основании статической характеристики определяется целый ряд других важных статических метрологических характеристик, в том числе и точность преобразования.

2) **Диапазон изменения входной (измеряемой) величины** - максимальное значение относительного перемещения подвижных частей преобразователя

$$D_{вх} = |X_{max} - X_{min}|,$$

где X_{max} и X_{min} – максимальное и минимальное значения входной величины.

3) **Диапазон изменения выходной величины**

$$D_{вых} = |Y_{max} - Y_{min}|,$$

где Y_{max} и Y_{min} – максимальное и минимальное значения выходной величины.

4) **Диапазон преобразования** (измерения) - часть диапазона изменения выходной величины, для которой установлены нормы на погрешность преобразования:

$$D_{изм} = |y_в - y_н|,$$

где $y_в$ и $y_н$ – верхняя и нижняя границы диапазона измерения

5) **Пределы преобразования** (измерения) – границы диапазона измерения входной величины $x_в$ и $x_н$, соответствующие $y_в$ и $y_н$ соответственно.

6) **Разрешающая способность**, a – минимальная величина перемещения $[\Delta X]_{min}$, которая может быть обнаружена по изменению выходного сигнала $\Delta y[\Delta X]_{min}$ во всем диапазоне преобразования (измерения).

7) **Порог чувствительности** – минимальное значение входного перемещения X'_{min} , регистрируемое изменением выходной величины.

8) **Чувствительность** – характеристика, определяемая отношением изменения выходного сигнала dy к перемещению dx , вызвавшему это изменение (крутизна наклона статической характеристики):

$$S = \frac{dy}{dx}$$

9) **Степень нелинейности статической характеристики** - отношение максимальной разности ординат теоретической реальной статических характеристик к значению ординаты теоретической характеристики в точке максимальной нелинейности:

$$\delta_n = (y_T - y_P) / y_{Tmax}$$

10) **Динамическая характеристика** - функциональная зависимость выходной величины преобразователя от входного перемещения при относительно быстрых изменениях последнего, может иметь вид переходных, частотных и фазовых зависимостей. В динамическом режиме обычно используется три варианта изменения входной величины:

а) перемещение с постоянной линейной V или угловой ω скоростью

$$x = V \cdot t, \quad x = \omega \cdot t$$

б) перемещение с ускорением $x = f(v, \frac{dv}{dt})$

в) гармонический закон перемещения $x = x_m \cdot \sin(\omega \cdot t)$

11) **Амплитудно-фазовая характеристика** - зависимость амплитуда и фазы выходного сигнала от входного перемещения:

$$y = f_1(x), \quad \theta = f_2(x)$$

12) **Вариация показаний** (гистерезис) - величина неоднозначности хода статических характеристик, одна из которых снимается при увеличении, а другая - при уменьшении входного перемещения (рисунок 10).

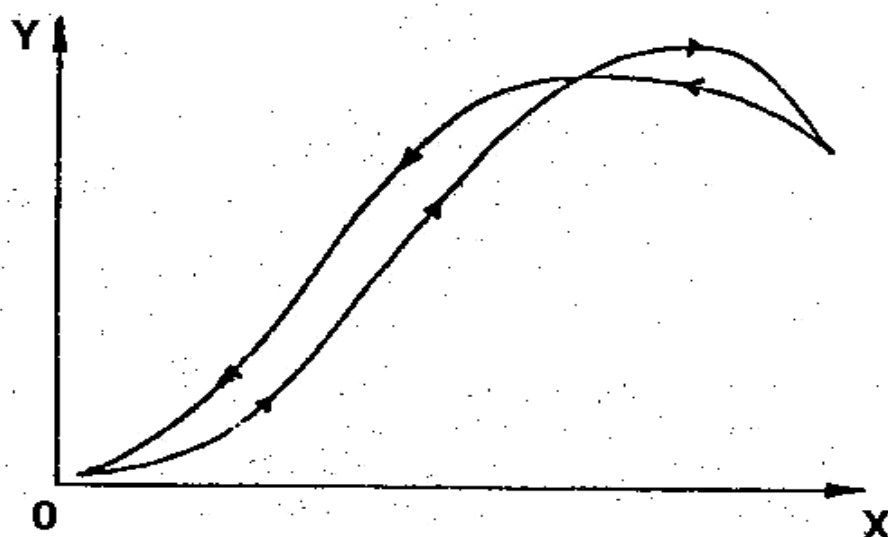


Рисунок 10 - Реальная статическая характеристика преобразователя

13) **Точность преобразования** (измерения) - степень приближения результатов измерения к истинному значению измеряемой величины. Точность преобразования может характеризоваться погрешностью, диапазоном преобразования, порогом чувствительности и разрешающей способностью преобразователя a . Погрешность преобразования определяется той или иной оценкой отклонения реальной статической характеристики преобразования от истинной (идеальной, теоретической) характеристики.

Существует два вида оценки погрешности:

1) абсолютная погрешность $\Delta y(x)$;

2) относительная погрешность $\delta \Delta y(x)$, и соответствующие им числовые характеристики (максимальные и приведенные значения погрешностей).

Абсолютная погрешность $\Delta y(x)$ - алгебраическая разность между одноименными точками теоретической и реальной характеристик преобразования.

Относительная погрешность $\delta \Delta y(x)$ определяется отношением текущего значения абсолютной погрешности $\Delta y(x)$ к текущему значению выходной функции.

$$\delta y = \Delta y(x) / y_T(x)$$

$$\delta y \approx \Delta y(x) / y(x)$$

Все виды погрешностей могут определяться как отношение к выходу преобразователя (Δy , δy), так и по отношению к его входу (Δx , δx) т.е. выражается в масштабе входной величины. Пересчет погрешности производится с учетом чувствительности (крутизны) преобразования $S(X)$;

$$\Delta x = \Delta y(x) / S(x)$$

Числовые характеристики определяются максимальными значениями (пределами) абсолютной и относительной погрешностей на всем диапазоне преобразования, а также приведенными значениями относительной погрешности

$$\delta_{np} y = \Delta_{max} y / D_y$$

$$\delta_{np} y \approx \Delta y / D_y$$

где D_y - диапазон преобразования; Δy - половина ширины поля допуска.

Максимальные значения (пределы) допускаемой приведенной относительной или допускаемой относительной погрешностей, выраженные в процентах, определяют класс точности преобразователя. Если условия эксплуатации преобразователя отличаются от нормальных, то погрешность возрастает. Эта дополнительная погрешность, характеризуемая пределом допускаемой дополнительной погрешности, может задаваться в виде:

а) постоянного значения для всей области значений влияющей величины (температуры, влажности, давления и т.п.);

б) путем указания отношения предела допускаемой дополнительной погрешности, соответствующего регламентированному интервалу влияющей величины к этому интервалу, а также рядом других способов.

При многократных измерениях погрешность измерительных преобразователей имеет как систематическую, так и случайную составляющие, поэтому ГОСТ 8.009-84 допускает возможность нормирования составляющих погрешности - систематической ($\Delta_{сист}$) и случайной ($\Delta_{сл}$). Для числовой оценки $\Delta_{сист}$ и $\Delta_{сл}$ используется математический аппарат теории вероятности и статистики.

Характеризовать $\Delta_{сист}$ можно следующими способами:

1) Задать предел допускаемого значения систематической погрешности ($\Delta_{сист. доп.}$).

2) Задать ($\Delta_{сист. доп.}$), а также математическое ожидание $M(\Delta_{сист})$ и среднее квадратичное отклонение $\sigma(\Delta_{сист})$ систематической составляющей погрешности.

Для характеристики случайной составляющей ($\Delta_{сл}$) погрешности преобразователей также можно использовать два способа:

1) Задать предел допускаемого значения среднего квадратического отклонения $\sigma_{доп}(\Delta_{сл})$ случайной составляющей погрешности.

2) Задать нормализованную автокорреляционную функцию $r_{доп}(\Delta_{сл})$ спектральную плотность $S_{\Delta_{сл}}(\omega)$ случайной составляющей погрешности преобразователя данного типа.

4 ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТОЭЛЕКТРОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ СО СВЕТОВОДАМИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МАЛЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Целью лабораторных исследований ОЭП является экспериментальное снятие его основных метрологических характеристик и их числовая оценка.

Исследование ОЭП производится с помощью установки, которая включает в себя (рисунок 11): стойку, на подвижном кронштейне, способном перемещаться вертикально по микрометрическому винту, на которой закреплены микрометр для измерения малых перемещений и оптоэлектронный преобразователь; блок питания; цифровой вольтметр.



Рисунок 11 - Стенд для исследования ОЭП

4.1 Снятие статической характеристика ОЭП

Снятие статической характеристики производится в следующем порядке:

1) Включить питание вольтметра и ОЭП. Переключить предел измерения цифрового вольтметра в положение 20В.

2) Перемещая подвижный кронштейн в вертикальном направлении с помощью гайки, подвести щуп микрометра и подвижную часть ОЭП к поверхности измерительного стола. При необходимости добиться одновременного соприкосновения измерителей со столом, вращая поверхность регулировочными винтами.

3) Перемещая вертикально преобразователь и микрометр через каждые 0,20 мм, считывать показания с вольтметра и микрометра. Значения x и U занести в таблицу:

Таблица 1

	Показания по микроскопу X_{mi} , мм	Выходное напряжение U_i , В

4) По полученным данным построить график $U=f(X)$.

4.2 Определение основных метрологических характеристик ОЭСП по статической характеристике

В лабораторной работе определяется следующие метрологические характеристики преобразователя:

- а) рабочий диапазон преобразователя;
- б) чувствительность в диапазоне;
- в) погрешность преобразования.

Статическая характеристика ОЭСП отличается значительной нелинейностью, однако на ней можно выделить ряд участков, близких к линейным. В качестве диапазона преобразования *выбирается один из таких участков*, характеризующийся небольшой чувствительностью, отклонения статической характеристики от прямой линии из которой не превышает заданного значения.

Выбор диапазона преобразования, отвечающего вышеперечисленным требованиям, может быть проведен графическим и аналитическим методом.

В первом случае, используя график $U=f(x)$, необходимо:

1) На статической характеристике отметить точку, в которой чувствительность S имеет наибольшее значение (график имеет наибольшую крутизну) - точка А на рисунке 12.

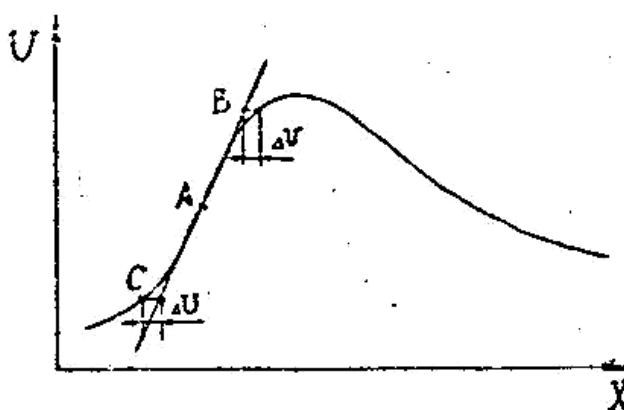


Рисунок 12 - Иллюстрация графического метода определения диапазона преобразования ОЭП

2) Провести линейризацию графика, для чего через отмеченную точку провести линию касательную к статической характеристике.

3) На касательной отметить точки (В и С), отклонение от статических характеристик в которых не превышает заданного значения абсолютной погрешности $\Delta U(x)$ (принять $\Delta U(x)=2$ мкм). Отсеченный отрезок прямой является рабочим диапазоном ОЭП, а координаты точек В и С - началом и концом рабочего диапазона - X_b и X_c . Из-за малого масштаба и количества точек графика $U=f(x)$ данный способ выбора диапазона преобразования отличается низкой точностью и дает лишь предварительные значения X_b и X_c .

Для более точного расчета рабочего диапазона, чувствительности и погрешности преобразования необходимо: снять статическую характеристику в диапазоне преобразования от X_b до X_c , считывая и записывая в таблицу показания с измерительной системы микрометра и вольтметра через каждые 0,050 мм.

4) По полученным данным рассчитать метрологические характеристики по формулам, приведенным в разделе 3.

5 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Лабораторную работу по исследованию оптикоэлектронного световодного преобразователя рекомендуется выполнять в следующем порядке:

1) Под руководством преподавателя включить установку для проведения исследований и прогреть в течении 30 мин.

2) Ознакомиться с разделами 1-4 данных методических указаний.

3) Под руководством преподавателя ознакомиться с устройством, установки для проведения исследований.

4) Выполнить исследования статических метрологических характеристик оптикоэлектронного световодного преобразователя в порядке, указанном в разделе 4.

5) Отключить питание аппаратуры установки и оформить отчет по лабораторной работе.

Целью оформления отчета является систематизация полученных при выполнении лабораторной работы знаний и практических навыков в области оптоэлектронных измерительных преобразователей. В отчете называется цель лабораторной работы и производится следующие результаты ее выполнения:

1) Структурная схема ОЭСП.

2) Экспериментальная и линеаризованная статические характеристики ОЭСП.

3) Таблицы экспериментальных данных и расчет метрологических характеристик преобразователя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Мухитдинов М., Мусаев Э.С. Светоизлучающие диоды и их применение. – М.: Радио и связь, 1988. – 80 с.
- 2 Штанько А.П. Оптоэлектронные устройства систем автоматизированного контроля ГПС. - Киев: - 0-во "Знание" УССР, 1989.-24 с.
- 3 Зак Е.А. Волоконно-оптические преобразователи с внешней модуляцией. - М.: Энергоиздат, 1989.
- 4 Полупроводниковые приборы. Диоды высокочастотные, диоды импульсные, оптоэлектронные приборы: Справочник /А.Б.Гитевич, А.А.Зайцев, В.В.Мокряков и др.; Под ред. А.В.Голомедова. - М.: Радио и связь, 1988.
- 5 Носов К.Р. Оптоэлектроника. - М.: Радио и связь,1989. - 360 с.
- 6 Прикладная оптика: Учеб.пособие для приборостроительных специальностей вузов /Л.Г.Бибчук, Ю.В.Богачев, Н.П.Заказнов и др.; Под общ. ред. Н.П.Заказнова. - М.: Машиностроение, 1988. - 312 с.

Иванов Алексей Александрович

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МАЛЫХ
ПЕРЕМЕЩЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторной работы
по дисциплине «Технические измерения и приборы»
для студентов очной и заочной форм обучения направлений
15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»,
27.03.04 «Управление в технических системах»

Авторская редакция

Подписано в печать 26.01.18	Формат 60x84 1/16	Бумага 65 г/м ²
Печать цифровая	Усл. печ.л. 1,25	Уч.-изд.л. 1,25
Заказ №09	Тираж 25	Не для продажи

БИЦ Курганского государственного университета.
640020, г.Курган, ул.Советская, 63, строение 4.
Курганский государственный университет.