

Министерство образования и науки Российской Федерации

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

М.А. Самойличенко

А.М. Заболоцкий

МЕТОДИЧЕСКОЕ УКАЗАНИЕ
К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ: «ЭЛЕКТРОНИКА»
«Исследование характеристик светодиодов и параметров оптопар»

Томск
2023

УДК 621.3
ББК 31.85
С17

Рецензент:

Шалимов В.А., профессор кафедры телевидения и управления ТУСУР,
канд.техн.наук

Самойличенко, Мария Александровна

С17 «Исследование характеристик светодиодов и параметров оптопар»: Методические указания к лабораторной работе, студентов радиотехнических специальностей / Самойличенко М.А., Залоцкий А.М. Томск: Томск гос. унт-систем упр. и радиоэлектроники, 2023. -13 с.

Методические указания содержат описание лабораторной работы, выполняемой в ходе изучения дисциплины «Электроника». Методические указания содержат так же краткую вводную теоретическую часть, расчетное задание и контрольные вопросы.

Одобрено на заседании каф. ТУ протокол №5 от 20.09.2023

УДК 621.3
ББК 31.85

©Самойличенко М.А. 2023
©Заболоцкий А.М. 2023
© Томск гос. ун-т систем упр.
и радиоэлектроники, 2023 г.

Введение

В случаях, когда полупроводниковые диоды выполнены из таких материалов как арсенид галлия или фосфид галлия, часть подводимой к ним электрической энергии преобразуется не в тепло, как в других полупроводниках, а в световые потоки с намного более короткой длиной волны. Цвет излучения определяется выбором соответствующего материала и присадками. Цвет может быть инфракрасным, красным, желтым, оранжевым, зеленым или голубым.

Экспериментальная часть

Задание

Снять вольтамперную характеристику светодиода посредством осциллографа. Изучить влияние напряжения $U_{\text{сд}}$ и тока $I_{\text{сд}}$ светодиода на световую эмиссию.

Порядок проведения эксперимента

1) Соберите цепь согласно схеме (рисунок 1.1) и подайте питание. На горизонтальный вход (X) подайте напряжение с сопротивления, пропорциональное току, а на вертикальный вход (Y) – , напряжение со светодиода.

2) Включите осциллограф, сделайте автонастройку и переключите его в режим X–Y. Включите инвертирование канала Y, чтобы прямому напряжению на светодиоде соответствовало отклонение луча осциллографа вверх. Обычный диод шунтирует светодиод в обратном направлении для предотвращения его пробоя.

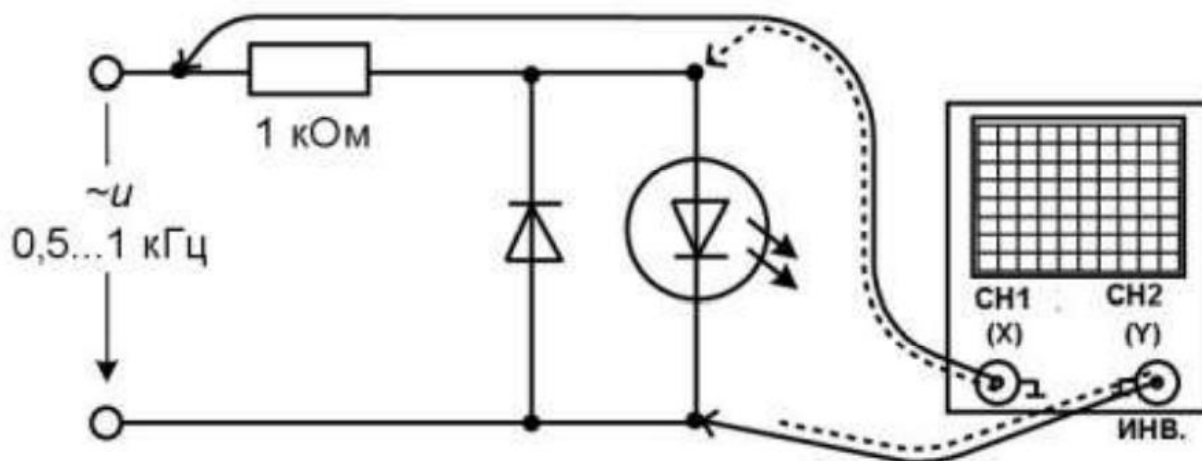


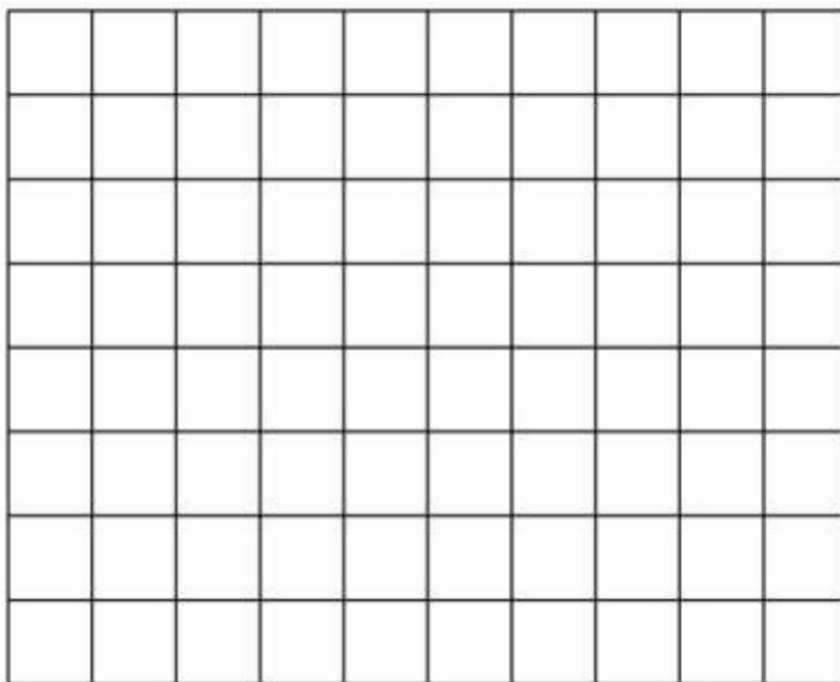
Рисунок 1.1

3) Перерисуйте осциллограмму на график (рисунок 1.2). По осциллограмме определите прямое напряжение на светодиоде.

4) Соберите цепь согласно схеме (рисунок 1.3) и изменяйте входное напряжение последовательными шагами, как указано в таблице 1.1. Измерьте прямое напряжение $U_{\text{сд}}$ и тока $I_{\text{сд}}$ светодиода с помощью мультиметра и

оцените визуально светоизлучение (отсутствует, слабое, среднее, сильное).
Занесите данные в таблицу.

5) На рисунке 1.2 постройте график вольтамперной характеристики светодиода, снятую на постоянном токе (в том же масштабе, что и осциллограмма).



Масштабы

По каналу X:

$m_U = \dots\dots\dots \text{В/дел.}$

По каналу Y:

$m_I = m_U / R = \dots\dots\dots \text{мА/дел}$

Из осциллограммы:

$U_{сд} = \dots\dots\dots \text{В}$

Рисунок 1.2

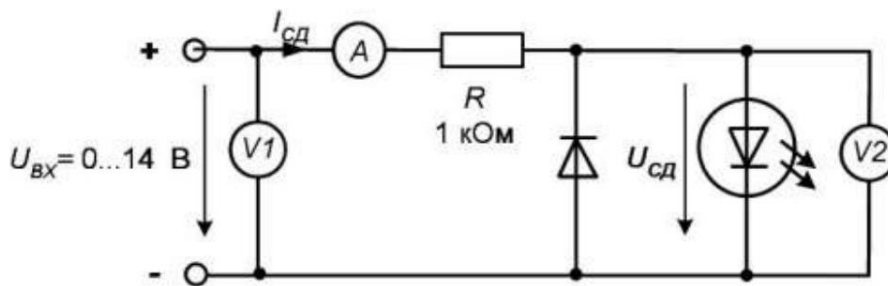


Рисунок 1.3

Таблица 1.1

$U_{ВХ}, \text{В}$	$U_{сд}, \text{В}$	$I_{сд}, \text{мА}$	светоизлучение
2			
4			
6			
8			
10			
12			
14			

Контрольные вопросы

1. Определите с помощью снятой вольтамперной характеристики, какое сопротивление необходимо включить последовательно со светодиодом, чтобы ток в нём составил 12 мА при напряжении питания 5 В.

Экспериментальное определение основных характеристик и параметров оптопар

Общие сведения

Оптрон – это прибор, у которого входная и выходная цепи связаны только с помощью оптических сигналов. Основным излучателем света в оптронах является светодиод, но иногда используется сверхминиатюрная лампочка накаливания. Условные обозначения оптопар, исследуемых в данной работе, приведены на рисунке 1.1

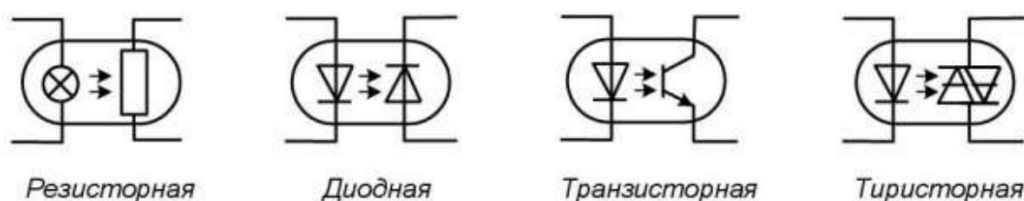


Рисунок 1.1

Основными характеристиками резисторной оптопары являются входная и выходная вольт-амперные характеристики, температурная характеристика и передаточная характеристика (зависимость выходного сопротивления от входного тока).

Диодная оптопара может работать в генераторном и фотодиодном режиме. В генераторном режиме при облучении оптронного фотодиода в нём возникает генерация пар носителей заряда – электронов и дырок. Свободные электроны и дырки разделяются электрическим полем перехода и заряжают **p** – область положительно, а **n** – область отрицательно. На выходных зажимах оптрона появляется фото-ЭДС 0,7...0,8 В.

Если к фотодиоду приложено обратное напряжение больше 0,5 В, то электроны и дырки, генерированные излучением увеличивают обратный ток. Это фотодиодный режим. Величина обратного фототока практически линейно возрастает с увеличением силы света излучающего диода.

Основными характеристиками диодной оптопары являются входная и выходная вольт-амперные характеристики и передаточные характеристики в

фотодиодном и генератором режимах. Передаточная характеристика в фотодиодном режиме представляет собой зависимость выходного тока от входного. Она практически линейна в широком диапазоне изменения входного тока. В фотогенераторном режиме это зависимость фото-ЭДС от входного тока. Эта зависимость нелинейная, так как фото-ЭДС не может превышать контактной разности потенциалов в **p-n** переходе 0,5...0,8 В.

Транзисторные оптопары также как и диодные характеризуются входными и выходными вольт-амперными характеристиками и передаточной характеристикой. Входные характеристики такие же, как у диодных оптопар, так как в них используются сходные излучатели. Выходные вольт-амперные характеристики аналогичны выходным характеристикам биполярного транзистора. Передаточная характеристика в отличие от характеристики диодной оптопары существенно нелинейна и имеет большую крутизну (коэффициент передачи тока) за счёт усиления фототока.

В тиристорных оптопарах выходным элементом является тиристор, который обладает всеми свойствами и характеристиками обычных тиристоров, но управляется фототоком.

Экспериментальная часть

Задание

Снять передаточные характеристики резисторной оптопары, диодной оптопары в генераторном и фотодиодном режимах, передаточную характеристику транзисторной оптопары, определить открывающий ток управления и остаточное напряжение в открытом состоянии симисторной оптопары при двух полярностях приложенного напряжения.

Порядок выполнения

1) Соберите цепь (рисунок 1.2) для снятия передаточной характеристики резисторной оптопары.

2) Включите питание и мультиметры и, изменяя входной ток регулятором напряжения, проследите за изменением сопротивления фоторезистора.

3) Устанавливая изменением входного тока значения сопротивлений, указанные в таблице 1.1, снимите передаточную характеристику и на рисунке 1.7а постройте график в логарифмическом масштабе по оси $R_{ВЫХ}$

Таблица 1.1

$R_{ВЫХ}, \text{ Ом}$	10^8	10^7	10^6	10^6	10^5	10^4	10^3
$I_{ВХ}, \text{ мА}$							

4) Соберите цепь (рисунок 1.3) для снятия передаточной характеристики диодной оптопары в фотогенераторном режиме.

5) Увеличивая входной ток, согласно таблицы 1.2 снимите зависимость $U_{ВЫХ}(I_{ВХ})$ (для установки нулевого входного тока разомкните цепь!). На рисунке 1.7б постройте график.

Таблица 1.2

$I_{ВХ}, \text{ мА}$	0	0,5	1	2	4	6	8	10	12
$U_{ВЫХ}, \text{ В}$									

6) Соберите цепь (рисунок 1.4) для снятия передаточной характеристики диодной оптопары в фотодиодном режиме.

7) Изменяя входной ток регулятором напряжения, проследите за изменением выходного тока, заполните таблицу 1.3, и на рисунке 1.7б постройте график.

Таблица 1.3

$I_{ВХ}, \text{мА}$	0	2	4	6	8	10	12
$I_{ВЫХ}, \text{В}$							

8) Соберите цепь (рисунок 1.5) для снятия передаточной характеристики транзисторной оптопары.

9) Изменяя входной ток регулятором напряжения, проследите за изменением выходного тока. Если он изменяется мало, замените сопротивление 22 кОм на 10 кОм и измените значения входного тока в таблице 1.4. Заполните таблицу 1.4, и на рисунке 1.7в постройте график.

Таблица 1.4

$I_{ВХ}, \text{мА}$	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8
$I_{ВЫХ}, \text{В}$											

10) Соберите цепь (рисунок 1.6) для определения открывающего тока управления ($I_{\text{окру}}$) и остаточного напряжения ($U_{\text{ост}}$) симисторной оптопары.

11) Изменяя ток управления регулятором напряжения, убедитесь, что при увеличении тока симистор включается, но при уменьшении не выключается.

12) Выключите симистор кратковременным размыканием цепи нагрузки и, медленно увеличивайте ток управления от нулевого значения. Заметьте и запишите в таблицу (на рисунке 1.7г) значения открывающего тока управления и остаточного напряжения на открытом симисторе.

13) Повторите опыт при обратной полярности питания (*переключите провод с +15 В на -15 В*).

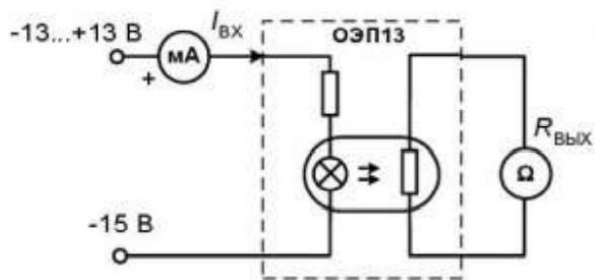


Рисунок 1.2

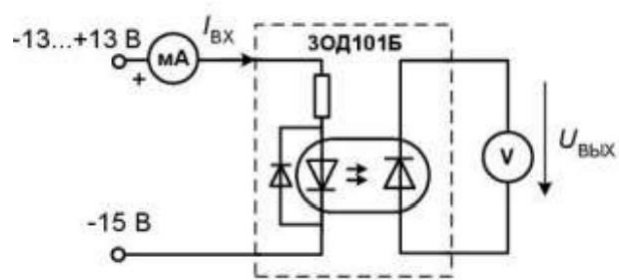


Рисунок 1.3

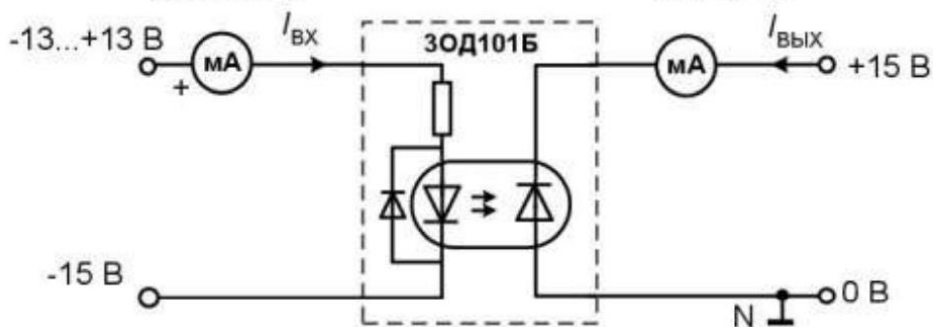


Рисунок 1.4

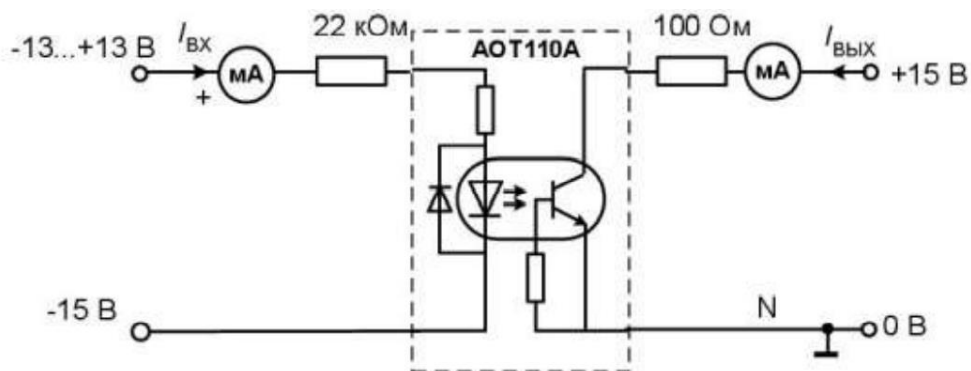


Рисунок 1.5

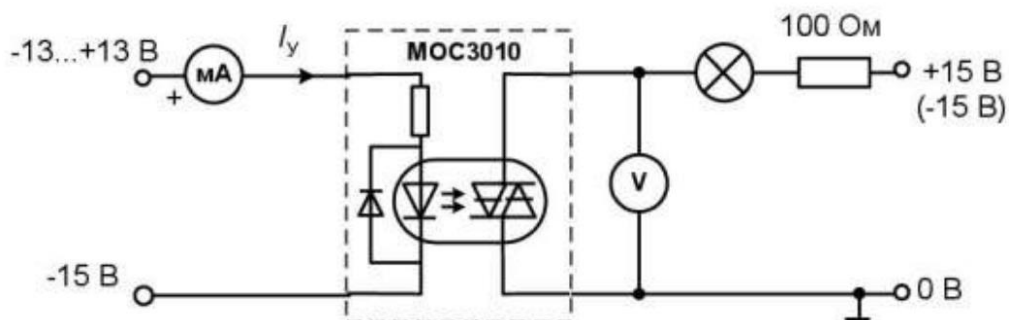
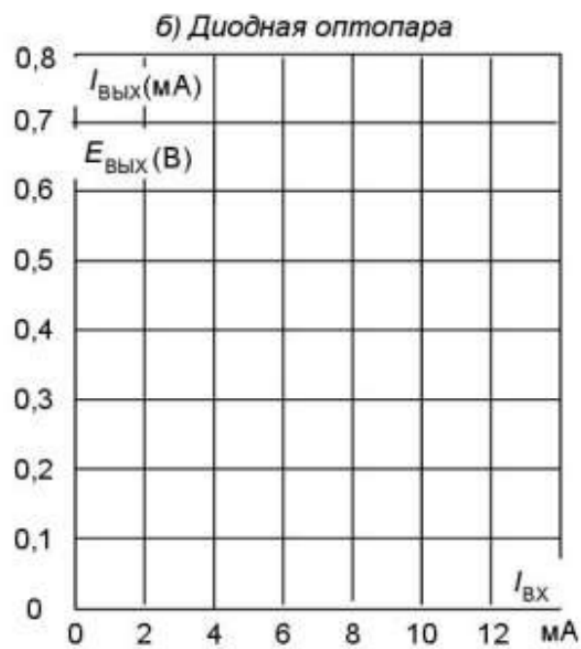
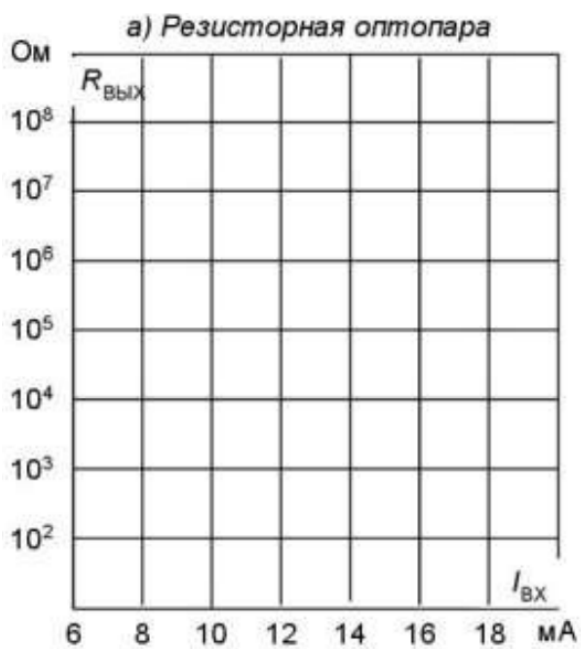


Рисунок 1.6



г) Симисторная оптопара

Питание нагрузки $U, В$	Остаточное напряжение, $U_{ост}, В$	Открывающий ток управления, $I_{откр.у}, мА$
+15 В		
-15 В		

Рисунок 1.7

Список используемых источников

1. Горбачёв Г. Н. Промышленная электроника: Учебник для ВУЗов. — М.: Энерго- атом издат, 1988. — 320 с.
2. Забродин Ю. С. Промышленная электроника: Учебник для ВУЗов. М.: Высшая школа, 1982.
3. Волович Г. И. Схемотехника аналоговых и цифровых электронных устройств. — М.: - Издательский дом «Додека-XXI», 2005, - 528 с.
4. Гальперин М. В. Электронная техника: Учебник для среднего профессионально- го образования. — М.: Издательский дом «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2007. — 352 с.