

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**
(ТУСУР)

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга
(РЭТЭМ)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. каф. РЭТЭМ

_____ В.И. Туев
«___» _____ 2014 г.

ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ СВЕТОТЕХНИКА

Методические указания к лабораторному практикуму

Разработчики:

Зав. каф. РЭТЭМ

_____ В.И. Туев
«___» _____ 2014 г.

Профессор каф. РЭТЭМ, д.т.н.

_____ А.А. Вилисов
«___» _____ 2014 г.

Старший преподаватель каф. РЭТЭМ

_____ В.С. Солдаткин
«___» _____ 2014 г.

Томск 2014

Туев В.И., Вилисов А.А., Солдаткин В.С.

Полупроводниковая светотехника: методические указания к лабораторному практикуму / Туев В.И., Вилисов А.А., Солдаткин В.С. – Томск: ТУСУР, 2014. – 12 с.

Содержит описание трёх лабораторных работ по основным разделам курса «Полупроводниковая светотехника», правила работы, требования по технике безопасности и требования к оформлению отчёта. В описании работ содержатся необходимые теоретические аспекты, методика выполнения и контрольные вопросы. Ко всему циклу лабораторных работ прилагается общий список рекомендуемой литературы.

Указания предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 211000 «Конструирование и технология электронных средств», профиль «Технология электронных средств», а так же преподавателям, студентам и аспирантам технических вузов.

© Туев В.И., Вилисов А.А., Солдаткин В.С. 2014

© ТУСУР, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	4
	Лабораторная работа №1 ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СВЕТОВОЙ ОТДАЧИ ОТ ПРЯМОГО ТОКА НА БЕЛЫХ СВЕТОДИОДАХ	8
	Лабораторная работа №2 ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛЬТ-АМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЛЯ СВЕТОДИОДОВ КРАСНОГО, ЖЁЛТОГО, ЗЕЛЁНОГО, СИНЕГО И БЕЛОГО ЦВЕТА СВЕЧЕНИЯ	10
	Лабораторная работа №3 ИССЛЕДОВАНИЕ ЗНАЧЕНИЙ КООРДИНАТ ЦВЕТНОСТИ ДЛЯ СВЕТОДИОДОВ КРАСНОГО, ЖЁЛТОГО ЗЕЛЁНОГО И СИНЕГО ЦВЕТА СВЕЧЕНИЯ И КООРДИНАТ ЦВЕТНОСТИ И ЦВЕТОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЛЯ СВЕТОДИОДОВ БЕЛОГО ЦВЕТА СВЕЧЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЗНАЧЕНИЙ ПРЯМОГО ТОКА	11

ВВЕДЕНИЕ

Целью преподавания дисциплины является обеспечение у студентов целостного понимания принципов работы приборов и датчиков экологического контроля. Задачи изучения дисциплины: познакомить студентов с физическими принципами функционирования приборов и датчиков экологического контроля, дать навыки практического применения приборов и познакомить с существующими методиками измерения физических величин.

Требования к результатам освоения дисциплины: процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОК-6 – способностью стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства

ОК-8 – способностью осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности.

ПК-3 – готовностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- конструктивные особенности датчиков различных физических величин и их технические характеристики;
- метрологические характеристики приборов и датчиков;
- область применения приборов и датчиков.

Уметь:

- выбирать тип датчика и прибора для контроля определенных физических величин;
- определять погрешность измерения физической величины.

Владеть:

- навыками использования приборов на практике.

Требования к технике безопасности

Перед началом лабораторных работ студенты должны получить инструктаж по технике безопасности в лаборатории и ознакомиться с правилами эксплуатации приборов и другого оборудования, используемого при выполнении работ. Инструктаж проводит преподаватель, ведущий занятия. После проведения инструктажа студент расписывается в регистрационном журнале о том, что он ознакомлен с правилами безопасной работы в лаборатории и обязуется их выполнять. Студенты не прошедшие инструктаж к работе не допускаются. Студенты, замеченные в нарушении настоящих правил, отстраняются от выполнения лабораторных работ.

Требования безопасности перед началом и окончанием работы

Каждый студент должен:

1. Знать расположение общих рубильников силовой сети напряжением 220 вольт, частотой 50 Гц для того, чтобы в случае необходимости быстро отключить питание от лабораторных установок;
2. Изучить описание лабораторной работы и инструкции к используемым приборам;
3. Ознакомиться с макетом установки;
4. Проверить наличие заземления на каждом приборе, подлежащем заземлению. В случае отсутствия заземления сообщить об этом преподавателю или зав. лабораторией;

Запрещается:

- Включать в сеть приборы, вращать ручки настройки без разрешения преподавателя;
 - Переставлять приборы из установки;
 - Разбирать схемы, вскрывать приборы и т.д.;
 - Начинать проведение эксперимента без разрешения преподавателя;
 - Загромождать рабочее место и установку одеждой, сумками и др. посторонними предметами.
5. Перед началом эксперимента получить допуск у преподавателя.
 6. В присутствии преподавателя включить приборы, входящие в установку, в соответствии с инструкциями к приборам и описанием лабораторной работы. Если приборы не работают, сообщить об этом преподавателю или зав. лабораторией.
 7. При нарушении нормальной работы прибора (сильное зашкаливание, характерный запах горелого и т.п.) немедленно отключить прибор и сообщить об этом преподавателю или зав. лабораторией;

Запрещается:

- Работать с незаземленными и неисправными приборами.
- Самим проводить устранение неисправностей.
- Оставлять без наблюдения включенные приборы.

8. Если работа выполнена полностью и правильно, то по указанию преподавателя выключить приборы в соответствии с инструкцией и привести в порядок рабочее место.

Требования безопасности в аварийных ситуациях

1. При появлении запаха гари, дыма или возгорания принять меры по обнаружению источника возгорания и его ликвидации;

2. В случае пожара обесточить помещение, вызвать по телефону 01 пожарную охрану, произвести эвакуацию людей, сообщить администрации о случившемся и приступить к тушению пожара с помощью имеющихся средств пожаротушения;

3. В случае поражения человека электрическим током, необходимо быстро освободить пострадавшего от действия тока. Вызвать врача. Если пострадавший находится без сознания, то нужно привести его в сознание, давая нюхать нашатырный спирт, если пострадавший плохо дышит, начать делать искусственное дыхание и массаж сердца и продолжать их делать до прибытия врача;

4. В случае затопления помещения водой необходимо обесточить помещение, вызвать сантехника, вынести ценное оборудование и при необходимости сообщить администрации о случившемся.

Порядок оформления работ

В процессе выполнения лабораторной работы студент должен наблюдать за ходом эксперимента, отмечая все его особенности: изменение цвета, тепловые эффекты, выделение газа и т.д. Результаты наблюдений записывают в лабораторный журнал, придерживаясь определенной последовательности:

- название лабораторной работы, дата выполнения;
- цель работы;
- краткая теория вопроса;
- результаты эксперимента;
- выводы по результатам работы.

Записи в лабораторном журнале производят чернилами.

Отчет оформляется в соответствии с требованиями ОС ТУСУР 01-2013. Пример оформления титульного листа приводится в приложении А.

Для оформления Отчета также необходимо ознакомиться со следующими стандартами:

ГОСТ 7.12-93 ССИБИД. Сокращение русских слов и словосочетаний в библиографическом описании произведений печати.

ГОСТ 7.32-91 ССИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.

Лабораторная работа №1

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СВЕТОВОЙ ОТДАЧИ ОТ ПРЯМОГО ТОКА НА БЕЛЫХ СВЕТОДИОДАХ

Оборудование и оснастка

1. Измеритель светового потока "ТКА-КК1" ТУ 4486-016-16796024-2011

Прибор предназначен для измерения полного светового потока светодиодов в видимой области спектра (от 380 до 780 нм) по методу "интегрирующей сферы" ("сферы Ульбрихта"). Конструктивно прибор состоит из двух функциональных блоков. Диаметр сферы 140 мм, приёмник света – фотодиод, размещённый в нижней полусфере. Измерительный блок выполнен в виде шара на жёстком основании, шар является "интегрирующей сферой". В нём имеется входной тубус для установки светодиодов диаметром до 14 мм и сменных диафрагм, входящих в комплект, для позиционирования светодиодов диаметрами 3,5,9 мм.

Основные технические характеристики:

- диапазон измерения светового потока 1 - 200 000 мЛм;
- основная относительная погрешность измерения светового потока, не более 10,0%;

- время непрерывной работы прибора не мене 8,0 ч;

Рабочие условия эксплуатации прибора:

- температура окружающего воздуха от 0 до 40°С
- относительная влажность воздуха при температуре окружающего воздуха 25°С, 65±15%

- атмосферное давление 86-107 кПа.

2. Источники питания MPS 3003

Основные технические характеристики:

Многооборотный регулятор для точной установки напряжения, последовательное и параллельное соединение 2х каналов: автотрекинг, 2-х полярный выход, режимы работы: стабилизация тока, напряжения и динамическая нагрузка, индикация: 3-разрядные LED-дисплеи на ток и напряжение, защита от перегрузки и переплюсовки, электронное отключение нагрузки 2 вентилятора охлаждения, включен в Госреестр средств измерений, регистрационный номер 32050-06.

- выходное напряжение 30 В.

- ток 3 А.

- уровень пульсаций 1 мВ.

- количество каналов 2 + 1.

- дополнительный канал 5В/3А.

- точность установки 0.1В/0.01А.

- влияние нагрузки 0.01% ±3мВ.

- влияние сетевое напряжения 0.01% ±3мВ.

- размер 155x375x255 мм.

2. Цифровой миллиамперметр.

3. Светодиоды белого цвета свечения.

4. Соединительные провода.

Задание на лабораторную работу

1. Собрать схему включения светодиода с источником питания и миллиамперметром.

2. Поместить светодиод в измеритель светового потока, при этом обеспечить изоляцию соединительных проводов, подводимых к светодиоду.

3. На источнике питания установить стабилизацию по значению прямого тока.
4. На источнике питания задать прямой ток при котором у светодиода начинается свечение, измерить значение прямого напряжения и светового потока.
5. Проводя измерения величин по п.4, повышать значение тока с шагом 5 мА.
6. Все данные результатов измерений записывать.
7. Рассчитать значение световой отдачи.
8. Построить график зависимости светового потока от прямого тока.
9. Построить график зависимости световой отдачи от прямого тока.
10. Ответить на контрольные вопросы.
11. Написать отчёт.

Контрольные вопросы

1. Чем объясняется «спад» значений светового потока и световой отдачи при высоких значениях прямого тока?
2. Какой рабочий режим по значению прямого тока наиболее подходит для светодиодов данного типа?
3. Если на графике зависимости световой отдачи от прямого тока в начальный период, при низких значениях тока, провести линию, чем будет объясняться угол наклона этой линии.

Лабораторная работа №2

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛЬТ-АМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЛЯ СВЕТОДИОДОВ КРАСНОГО, ЖЁЛТОГО, ЗЕЛЁНОГО, СИНЕГО И БЕЛОГО ЦВЕТА СВЕЧЕНИЯ

Оборудование и оснастка

1. Источники питания MPS 3003

Основные технические характеристики:

Многооборотный регулятор для точной установки напряжения, последовательное и параллельное соединение 2х каналов: автотрекинг, 2-х полярный выход, режимы работы: стабилизация тока, напряжения и динамическая нагрузка, индикация: 3-разрядные LED-дисплеи на ток и напряжение, защита от перегрузки и переплюсовки, электронное отключение нагрузки 2 вентилятора охлаждения, включен в Госреестр средств измерений, регистрационный номер 32050-06.

- выходное напряжение 30 В.

- ток 3 А.

-уровень пульсаций 1 мВ.

- количество каналов 2 + 1.

- дополнительный канал 5В/3А.

- точность установки 0.1В/0.01А.

- влияние нагрузки 0.01% ±3мВ.

- влияние сетевое напряжения 0.01% ±3мВ.

- размер 155x375x255 мм.

2. Цифровой миллиамперметр.

3. Светодиоды красного, жёлтого, зелёного, синего и белого цвета свечения.

4. Соединительные провода.

Задание на лабораторную работу

1. Собрать схему включения светодиода с источником питания и миллиамперметром.

2. На источнике питания установить стабилизацию по значению прямого тока.

3. На источнике питания задать ток при котором у светодиода начинается свечение, измерить значение прямого напряжения.

4. Проводя измерения величин по п.4, повышать значение тока с шагом 1 мА.

5. Все данные результатов измерений записывать.

6. Рассчитать значение электрической мощности.

7. Построить график вольт-амперные характеристики.

8. Ответить на контрольные вопросы.

9. Написать отчёт.

Контрольные вопросы

1. Чем объясняется разница в значениях прямого напряжения для светодиодов разных цветов свечения при одинаковых значениях прямого тока?

2. Почему на ВАХ, после значения тока 20 мА наблюдается линейный участок?

3. Как выглядит обратная ветвь ВАХ. С чем связано значение обратного напряжения?

Лабораторная работа №3

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗНАЧЕНИЙ КООРДИНАТ ЦВЕТНОСТИ ДЛЯ СВЕТОДИОДОВ КРАСНОГО, ЖЁЛТОГО ЗЕЛЁНОГО И СИНЕГО ЦВЕТА СВЕЧЕНИЯ И КООРДИНАТ ЦВЕТНОСТИ И ЦВЕТОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЛЯ СВЕТОДИОДОВ БЕЛОГО ЦВЕТА СВЕЧЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЗНАЧЕНИЙ ПРЯМОГО ТОКА

Оборудование и оснастка

1. Спектроколориметр "ТКА-ВД"

Предназначен для измерения спектральных характеристик источников оптического излучения координат цветности x , y , u , v , координат цвета X, Y, Z , коррелированной цветовой температуры T_c . В зависимости от конфигурации входного устройства прибор работает как в режиме яркомера (модель 01) или в режиме измерения освещенности (модель 02).

Основные технические характеристики:

- диапазоны измерения:
 - освещенности, лк (10 - 200 000);
 - яркости, кд/м² (10 - 20 000);
 - цветовой температуры, К (1600 - 16 000);
- предел допустимого значения основной относительной погрешности измерения:
 - освещенности, % $\pm 10,0$;
 - яркости, % $\pm 10,0$;
- пределы допустимого значения абсолютной погрешности измерения координат цветности x , y , не более:
 - тепловых источников $\pm 0,005$;
- для питания прибора используется аккумулятор 170 мАч 8,4 В (типоразмер батареи "Крона").
- габаритные размеры прибора, мм (не более):
 - измерительный блок 160x85x30, фотометрическая головка 150x98x50;
- масса прибора, кг (не более) 0,6.
- Средняя наработка на отказ, ч, не менее 2500.

2. Источники питания MPS 3003

Основные технические характеристики:

Многооборотный регулятор для точной установки напряжения, последовательное и параллельное соединение 2х каналов: автотрекинг, 2-х полярный выход, режимы работы: стабилизация тока, напряжения и динамическая нагрузка, индикация: 3-разрядные LED-дисплеи на ток и напряжение, защита от перегрузки и переплюсовки, электронное отключение нагрузки 2 вентилятора охлаждения, включен в Госреестр средств измерений, регистрационный номер 32050-06.

- выходное напряжение 30 В.
- ток 3 А.
- уровень пульсаций 1 мВ.
- количество каналов 2 + 1.
- дополнительный канал 5В/3А.
- точность установки 0.1В/0.01А.
- влияние нагрузки 0.01% ± 3 мВ.
- влияние сетевое напряжения 0.01% ± 3 мВ.
- размер 155x375x255 мм.

3. Цифровой миллиамперметр.

4. Светодиоды красного, жёлтого, зелёного, синего и белого цвета свечения.

5. Соединительные провода.

Задание на лабораторную работу

1. Собрать схему включения светодиода с источником питания и миллиамперметром.
2. На источнике питания установить стабилизацию по значению прямого тока.
3. На источнике питания задать ток при котором у светодиода начинается свечение, измерить значение прямого напряжения.
4. Проводя измерения величин по п.4, повышать значение тока с шагом 1 мА.
5. Все данные результатов измерений записывать.
6. Рассчитать значение электрической мощности.
7. Построить график вольт-амперные характеристики.
8. Ответить на контрольные вопросы.
9. Написать отчёт.

Контрольные вопросы

1. Как зависят координаты цветности светодиода от прямого тока?
2. Как связана цветовая температура с координатами цветности?
3. Как определить из спектра излучения светодиода координаты цветности?