МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Технология сборки и монтажа мощных светоизлучающих изделий

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **27.04.04 Управление в технических системах**
Направленность (профиль) / специализация: **Управление в светотехнических системах**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	16	16	часов
2	Практические занятия	16	16	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	48	48	часов
5	Самостоятельная работа	132	132	часов
6	Всего (без экзамена)	180	180	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6.0	6.0	З.Е.

Экзамен: 2 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 30679

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 58 от « 8 » 6 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.04.04 Управление в технических системах, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РЭТЭМ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Доцент каф. РЭТЭМ _____ В. С. Солдаткин

Заведующий обеспечивающей каф. РЭТЭМ _____ В. И. Туев

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РКФ _____ Д. В. Озеркин

Заведующий выпускающей каф. РЭТЭМ _____ В. И. Туев

Эксперты:

Доцент каф. РЭТЭМ _____ Н. Н. Несмелова

Профессор каф. РЭТЭМ _____ А. А. Вилисов

Согласована на портале № 30679

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины «Технологии корпусирования светодиодов белого цвета» является ознакомление с устройством светодиодов и светодиодных матриц, их назначением и принципом действия, методами их изготовления и корпусирования. Решение инженерных вопросов в области технологии производства светодиодов белого свечения на основе нитрида галлия и его соединений, включающих методики расчета тепловых режимов, овладение навыками экспериментальных исследований характеристик светодиодов, их параметров.

1.2. Задачи дисциплины

– ознакомлении студентов с методикой проектирования;

– сборки светодиода белого цвета свечения в соответствии с требованиями, предъявляемыми к изделиям опто- и микроэлектроники в части качества и надежности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Технология сборки и монтажа мощных светоизлучающих изделий» (Б1.В.ДВ.3.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Микро и нанотехнологии.

Последующими дисциплинами являются: Моделирование тепловых и оптических свойств светодиодов и светотехнических устройств, Современные светодиодные технологии.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-4 способностью к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов;

– ПСК-3 способностью разрабатывать технологическую документацию на светотехнические устройства;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** о светотехнических, энергетических и монтажно-эксплуатационных характеристиках светодиодов и матриц

– **уметь** разрабатывать технологические процессы на светодиод белого цвета свечения различной сложности под руководством специалистов более высокой квалификации.

– **владеть** навыками расчета теплового режима светодиода при его проектировании

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		2 семестр
Аудиторные занятия (всего)	48	48
Лекции	16	16
Практические занятия	16	16
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	132	132
Оформление отчетов по лабораторным работам	52	52
Проработка лекционного материала	40	40
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	40	40
Всего (без экзамена)	180	180

Согласована на портале № 30679

Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	216	216
Зачетные Единицы	6.0	6.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр						
1 Состояние и перспективы развития светодиодной техники	4	4	4	33	45	ПК-4, ПСК-3
2 Основные проблемы, решаемые при проектировании конструкции и технологии изготовления светодиодов и матриц белого цвета свечения	4	4	4	33	45	ПК-4, ПСК-3
3 Основы теплового менеджмента при проектировании мощных светодиодов и матриц	4	4	4	33	45	ПК-4, ПСК-3
4 Технологические процессы изготовления светодиодов и матриц	4	4	4	33	45	ПК-4, ПСК-3
Итого за семестр	16	16	16	132	180	
Итого	16	16	16	132	180	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Состояние и перспективы развития светодиодной техники	Классификация и особенности светодиодов и светодиодных матриц: индикаторные, средней мощности и мощные светодиоды, светодиодные матрицы с общей люминофорной композицией и с люминофорной композицией нанесённой на каждый кристалл матрицы, монолитные светодиодные матрицы, пространственное расположение люминофорной композиции.	4	ПК-4, ПСК-3
	Итого	4	
2 Основные проблемы, решаемые при	Тепловые и оптические расчёты, способы и средства моделирования, ГОСТы и прогнозирование	4	ПК-4, ПСК-3

Согласована на портале № 30679

проектировании конструкции и технологии изготовления светодиодов и матриц белого цвета свечения	срока службы светодиода.		
	Итого	4	
3 Основы теплового менеджмента при проектировании мощных светодиодов и матриц	Анализ процессов деградации светодиода связанных с перегревом, методы обеспечения оптимальных тепловых режимов, применяемые в производстве теплопроводящие материалы и конструкции.	4	ПК-4, ПСК-3
	Итого	4	
4 Технологические процессы изготовления светодиодов и матриц	Технологический процесс изготовления светодиодов и матриц: технологические операции монтажа кристаллов, соединения электрических выводов, приготовление люминофорной композиции, нанесение люминофорной композиции; технологический контроль в технологического процессе; классификациясветодиодов и матриц по группам по их основным параметрам.	4	ПК-4, ПСК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин			
	1	2	3	4
Предшествующие дисциплины				
1 Микро и нанотехнологии	+	+	+	+
Последующие дисциплины				
1 Моделирование тепловых и оптических свойств светодиодов и светотехнических устройств			+	
2 Современные светодиодные технологии	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	

Согласована на портале № 30679

ПК-4	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест
ПСК-3	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Состояние и перспективы развития светодиодной техники	Анализ зависимостей ВАХ, светового потока от прямого тока, световой отдачи от прямого тока на образцах индикаторных, средней мощности и мощных светодиодов.	4	ПК-4, ПСК-3
	Итого	4	
2 Основные проблемы, решаемые при проектировании конструкции и технологии изготовления светодиодов и матриц белого цвета свечения	Расчёт линзы для светодиода средней мощность, изготовление линзы и монтаж в светодиод, измерение кривой силы света, расчёт светового потока и световой отдачи светодиода.	4	ПК-4, ПСК-3
	Итого	4	
3 Основы теплового менеджмента при проектировании мощных светодиодов и матриц	Измерение температуры корпуса образцов мощного светодиода, определение температуры p-n перехода.	4	ПК-4, ПСК-3
	Итого	4	
4 Технологические процессы изготовления светодиодов и матриц	Приготовление люминофорной композиции, герметизация светодиода, определение светового потока, световой отдачи и коррелированной цветовой температуры светодиода.	4	ПК-4, ПСК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 30679

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Состояние и перспективы развития светодиодной техники	Определение освещённости и светового потока в зависимости от конструкции светодиодов их количества.	4	ПК-4, ПСК-3
	Итого	4	
2 Основные проблемы, решаемые при проектировании конструкции и технологии изготовления светодиодов и матриц белого цвета свечения	Расчёт теплового сопротивления светодиода известной конструкции с использованием теплопроводящих материалов и радиаторов.	4	ПК-4, ПСК-3
	Итого	4	
3 Основы теплового менеджмента при проектировании мощных светодиодов и матриц	Расчёт срока службы светодиода с известным тепловым сопротивлением, определение влияния температуры окружающей среды на срок службы светодиода.	4	ПК-4, ПСК-3
	Итого	4	
4 Технологические процессы изготовления светодиодов и матриц	Расчёт концентрации люминофора в люминофорной композиции для изготовления светодиода с заданной световой отдачей и цветовыми координатами.	4	ПК-4, ПСК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 Состояние и перспективы развития светодиодной техники	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-4, ПСК-3	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	10		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	13		

Согласована на портале № 30679

	Итого	33		
2 Основные проблемы, решаемые при проектировании конструкции и технологии изготовления светодиодов и матриц белого цвета свечения	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-4, ПСК-3	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	10		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	13		
	Итого	33		
3 Основы теплового менеджмента при проектировании мощных светодиодов и матриц	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-4, ПСК-3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	10		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	13		
	Итого	33		
4 Технологические процессы изготовления светодиодов и матриц	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ПК-4, ПСК-3	Выступление (доклад) на занятии, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	10		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	13		
	Итого	33		
Итого за семестр		132		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		168		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
2 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	5	5	5	15
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе	10	10	5	25

Согласована на портале № 30679

Тест	5	5	5	15
Итого максимум за период	25	25	20	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	25	50	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Технология сборки и монтажа мощных светоизлучающих изделий: Учебное пособие / Туев В. И., Солдаткин В. С., Вилисов А. А., Старосек Д. - 2016. 48 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6600, дата обращения: 11.06.2018.

12.2. Дополнительная литература

1. Светодиоды и светодиодные устройства: Учебное пособие / Солдаткин В. С., Вилисов А. А., Туев В. И. - 2016. 40 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5954, дата обращения: 11.06.2018.

2. Физико-химические основы технологии электронных средств: Учебное пособие / Иванов А. А., Ряполова Ю. В., Солдаткин В. С. - 2017. 307 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6922, дата обращения: 11.06.2018.

3. Технология изготовления светодиодных кристаллов: Учебное пособие / Солдаткин В. С., Вилисов А. А. - 2017. 30 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6743, дата обращения: 11.06.2018.

4. Надежность светодиодов и светотехнических устройств: Учебное пособие / Солдаткин В. С. - 2017. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6744, дата

Согласована на портале № 30679

обращения: 11.06.2018.

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Технология сборки и монтажа мощных светоизлучающих изделий: Учебно-методические указания для выполнения лабораторных работ для магистрантов / Солдаткин В. С., Вилисов А. А., Туев В. И. - 2016. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6584, дата обращения: 11.06.2018.
2. Технология сборки и монтажа мощных светоизлучающих изделий, технологии корпусирования светодиодов белого цвета: Методические указания по практической и самостоятельной работе / Солдаткин В. С., Туев В. И., Вилисов А. А., Каменкова В. С. - 2016. 19 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6616, дата обращения: 11.06.2018.

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Официальный сайт ТУСУР: https://edu.tusur.ru
2. Официальный сайт Электронно-библиотечной системы "Лань": http://e.lanbook.com
3. Официальный сайт Научной электронной библиотеки "eLIBRARY.RU": http://elibrary.ru
4. Официальный сайт Scopus: https://www.scopus.com
5. Официальный сайт Web of Science: https://webofknowledge.com

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория технологии РЭС и безопасности жизнедеятельности
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа
634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 419 ауд.
Описание имеющегося оборудования:
- АРМ инженера (2 шт.);
- АРМ инженера - исследователя;
- Цифровой мультиметр MXD-4660A - (2 шт.);
- Вольтметр В7-78;

Согласована на портале № 30679

- ПЭВМ пентиум CELERON 433 MMX;
- Доска маркерно-меловая;
- Дымоуловитель QUICK 493A ESD (5 шт.);
- Измеритель светового потока «ТКА-КК1;
- Ионизатор воздуха QUICK 440 (2 шт.);
- Источник питания Matrix MPS-3003 LK-3 (3 шт.);
- Компьютер Intel Core;
- Компьютер Intel Pentium;
- Корпусный шкаф 4200х600х2100мм;
- Гониофотометр;
- Спектрофлуориметр СМ2203;
- Вентиляционная система;
- Монтажный стол БЕЛВАР С4-1400 (4 шт.);
- Монтажный стол БЕЛВАР С4-1800;
- Микроскоп МБС-10;
- Установка для демонстрации силы Лоренца U30065;
- Цифровой Мультиметр АРРА 103;
- Латр;
- Микрометр (2 шт.);
- Мультиметр цифровой;
- Радиатор масляный 9 секций;
- Измеритель Е7 - 22 RLC;
- Монтажно-демонтажная станция АМИ 6800;
- Источник питания TDGC -2 - 2K 0-250 V - 8A (Латр);
- Кабельная продукция HB-A150 BNC 1,5 m;
- Прибор BNC - IC Соединительные кабели;
- Измеритель мощности GPM -8212RS;
- Прибор PTL-923;
- Осциллограф LeCrou WA 222;
- Частотомер GFC-8010H 1 Гц-120МГц GW;
- Инфракрасный дистанционный термометрUT30A;
- Латр - трансформатор TDGC2-3K;
- Осциллограф FLUKE-190-062;
- Паяльная станция (3 шт.);
- Цифровой мультиметр FLUKE-18B FLK;
- Компьютер Intel Core i5-6400 (3 шт.);
- МФУ hp ‘’LaserJet ProV227sdnG3Q74A”;
- Стол лабораторный;
- Цифровой комплекс учебно-научных лабораторий ГПО;
- Виртуальная лаборатория АСК-4106 (2 шт.);
- Цифровая перенастраиваемая установка микросварки проволочных выводов для изготовления макетных образцов основных узлов светодиодных ламп;
- Источник - измеритель Keithley 2410;
- Измеритель ёмкости S-line EM8601A+/CM8601 (3 шт.);
- Источник питания HY3005D MAST (3 шт.);
- Мультиметр DM3058E RIGOL;
- Осциллограф DS1052E RIGOL (2 шт.);
- Частотометр VC3165 Victor (3 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– ANSYS AIM Pro Paid-Up
– Adobe Acrobat Reader

Согласована на портале № 30679

– Autodesk Product Design Suite Premium 2018
– Google Chrome
– Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
– Microsoft Windows XP
– OpenOffice
– Resource Manager 2.5
– TracePro LC - Single User NODE License - Annual Maintenance and Support for NODE License (Nothing to Ship)
– Компас - 3D V17

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория технологии РЭС и безопасности жизнедеятельности
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа
634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 419 ауд.
Описание имеющегося оборудования:
- АРМ инженера (2 шт.);
- АРМ инженера - исследователя;
- Цифровой мультиметр MXD-4660A - (2 шт.);
- Вольтметр В7-78;
- ПЭВМ пентиум CELERON 433 MMX;
- Доска маркерно-меловая;
- Дымоуловитель QUICK 493A ESD (5 шт.);
- Измеритель светового потока «ТКА-КК1;
- Ионизатор воздуха QUICK 440 (2 шт.);
- Источник питания Matrix MPS-3003 LK-3 (3 шт.);
- Компьютер Intel Core;
- Компьютер Intel Pentium;
- Корпусный шкаф 4200х600х2100мм;
- Гониофотометр;
- Спектрофлуориметр СМ2203;
- Вентиляционная система;
- Монтажный стол БЕЛВАР С4-1400 (4 шт.);
- Монтажный стол БЕЛВАР С4-1800;
- Микроскоп МБС-10;
- Установка для демонстрации силы Лоренца U30065;
- Цифровой Мультиметр АРРА 103;
- Латр;
- Микрометр (2 шт.);
- Мультиметр цифровой;
- Радиатор масляный 9 секций;
- Измеритель Е7 - 22 RLC;
- Монтажно-демонтажная станция АМИ 6800;
- Источник питания TDGC -2 - 2K 0-250 V - 8A (Латр);
- Кабельная продукция HB-A150 BNC 1,5 m;
- Прибор BNC - IC Соединительные кабели;
- Измеритель мощности GPM -8212RS;
- Прибор PTL-923;
- Осциллограф LeCrou WA 222;
- Частотомер GFC-8010H 1 Гц-120МГц GW;
- Инфракрасный дистанционный термометрUT30A;
- Латр - трансформатор TDGC2-3K;
- Осциллограф FLUKE-190-062;
- Паяльная станция (3 шт.);

Согласована на портале № 30679

- Цифровой мультиметр FLUKE-18B FLK;
- Компьютер Intel Core i5-6400 (3 шт.);
- МФУ hp ‘’LaserJet ProV227sdnG3Q74A”;
- Стол лабораторный;
- Цифровой комплекс учебно-научных лабораторий ГПО;
- Виртуальная лаборатория АСК-4106 (2 шт.);
- Цифровая перенастраиваемая установка микросварки проволочных выводов для изготовления макетных образцов основных узлов светодиодных ламп;
- Источник - измеритель Keithley 2410;
- Измеритель ёмкости S-line EM8601A+/CM8601 (3 шт.);
- Источник питания HY3005D MAST (3 шт.);
- Мультиметр DM3058E RIGOL;
- Осциллограф DS1052E RIGOL (2 шт.);
- Частотометр VC3165 Victor (3 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– ANSYS AIM Pro Paid-Up
– Adobe Acrobat Reader
– Autodesk Product Design Suite Premium 2018
– Google Chrome
– Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
– Microsoft Windows XP
– OpenOffice
– Resource Manager 2.5
– TracePro LC - Single User NODE License - Annual Maintenance and Support for NODE License (Nothing to Ship)
– Компас - 3D V17

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

Согласована на портале № 30679

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

Какие типы светодиодных кристаллов по структуре вы знаете?

А. Вертикальные и планарные .

Б. Вертикальные, планарные, lift-off.

В. Вертикальные, планарные, flip-chip.

Г. Вертикальные, планарные и для поверхностного монтажа.

Какой метод электрического соединения контактов кристалла и корпуса светодиода наиболее распространён при производстве светодиодов белого цвета свечения?

А. Сварка проволокой методом ультразвука.

Б. Сварка проволокой методом термокомпрессии.

В. Flip-chip монтаж.

Г. Поверхностный монтаж.

Рассчитайте коэффициент полезного действия синего светодиода, если его световая отдача составляет 19,5 лм/Вт, максимальная длина волны 460 нм, прямой ток 350 мА и прямое напряжение 3,0 В?

А. 0,476

Б. 2,86

В. 20,49

Г. 19,5

Какие основные механизмы передачи тепла вы знаете?

А. Теплопроводность, конвекция, тепловое излучение.

Б. Теплопроводность, конвекция, теплоотдача.

В. Конвекция, теплоотдача, теплопередача.

Г. Конвекция, тепловое излучение, теплопередача.

Какие основные материалы используются для изготовления светодиода белого цвета свечения?

А. GaN, YAG

Б. GaN, AlGaN, InGaN

В. GaN, AlInGaP

Г. GaAs, GaP, AlInGaP

К оптическому излучению относят электромагнитное излучение с длиной волны λ, лежащей

Согласована на портале № 30679

в диапазоне?

А. от 1 нм до 1 мм

Б. от 380 нм до 780 нм

В. от 1 нм до 100 мкм

Г. от 0,2 мкм до 3 мкм

В какой спектральной области в основном излучается солнечная энергия, λ?

А. 0,2–3 мкм

Б. от 1 нм до 1000 мкм

В. от 1 нм до 1 мм

Г. 380 – 780 нм

Какой люминофор используется в светодиоде белого свечения в качестве основного?

А. Неорганический люминофор.

Б. Органический люминофор.

В. Слой органического люминофора (ближе к кристаллу), потом слой неорганического люминофора.

Г. Слой неорганического люминофора (ближе к кристаллу), потом слой органического люминофора.

Какие частицы относят к подвижным носителям заряда в полупроводниках?

А. Электроны и дырки.

Б. Фотоны и фононы.

В. Электроны и фотоны.

Г. Дырки и фотоны.

Как называется тело, полностью поглощающее падающее на него излучение?

А. Абсолютно черное тело.

Б. Абсолютно темное тело.

В. Абсолютно поглощающее тело.

Г. Абсолютное тело.

Индекс цветопередачи это?

А. Мера соответствия зрительных восприятий цветного объекта, освещенного исследуемым и стандартным источниками света при определенных условиях наблюдения.

Б. Параметр, характеризующий уровень соответствия естественного цвета тела видимому цвету этого тела.

В. Соотношение цветовой температуры осветительного прибора к цветовой температуре солнечного света.

Г. Характеристика хода интенсивности излучения источника света как функции длины волны в оптическом диапазоне.

Полупроводниковый светодиод имеет структуру?

А. p – n

Б. p – n – p – n

В. p – n – p

Г.) n – p – n

Каким визуально воспринимается цвет излучаемый светодиодном белого цвета свечения с коррелированной цветовой температурой 2800К?

А. Тёплый

Б. Дневной

В. Холодный

Г. Нейтральный

На каком спектральном диапазоне излучения белых светодиодов присутствует избыток синего света?

А. 440-460 нм

Б. 380-400 нм

В. 400-420 нм

Г. 480-500 нм

Какой существует недостаток у органического люминофора?

Согласована на портале № 30679

А. Разрушение при высоких температурах

Б. Нельзя получить белый свет

В. Высоко токсичен

Г. Тусклое свечение

При каком условии предмет кажется нам белым?

А. Одинаково отражает все лучи

Б. Одинаково поглощает все лучи

В. Частично отражает все лучи

Г. Частично поглощает все лучи

Единица измерения силы света?

А. Кандела

Б. Люкс

В. Люмен

Г. Джоуль

Какие способы получения белого цвета свечения светодиода бывают?

А. RGB-светодиоды и люминофорные светодиоды, создаваемые на основе синего светодиода

Б. Люминофорные светодиоды, создаваемые на основе зеленого светодиода

В. Люминофорные светодиоды, создаваемые на основе красного светодиода

Г. Светодиоды на основе синего и зелёного цвета свечения

Спектроколориметр это?

А. Прибор предназначенный для измерения координат цветности и коррелированной цветовой температуры источников света в международной колориметрической системе МКО 1931г. и 1976 г. в режиме измерения яркости самосветящихся поверхностей накладным способом и в режиме измерения яркости киноэкранов

Б. Прибор, с помощью которого производится измерение характеристик силы света, коэффициента пульсации источников света

В. Прибор предназначенный для измерения кривых силы света

Г. Электронно-оптический измерительный прибор для измерения параметров волоконно-оптических линий передачи (ВОЛП)

Коррелированная цветовая температура это?

А. Температура черного тела, при которой координаты цветности его излучения близки в пределах заданного допуска к координатам цветности рассматриваемого излучения на цветовом графике МКО.

Б. Температура абсолютно черного тела, цвет которого максимально приближен к цвету источника белого света.

В. Характеристика хода интенсивности излучения источника света как функции длины волны в оптическом диапазоне.

Г. Параметр, характеризующий уровень соответствия естественного цвета тела видимому (кажущемуся) цвету этого тела при освещении его данным источником света.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

Классификация и особенности светодиодов и светодиодных матриц: индикаторные, средней мощности и мощные светодиоды, светодиодные матрицы с общей люминофорной композицией и с люминофорной композицией нанесённой на каждый кристалл матрицы, монолитные светодиодные матрицы, пространственное расположение люминофорной композиции.

Тепловые и оптические расчёты, способы и средства моделирования, ГОСТы и прогнозирование срока службы светодиода.

Анализ процессов деградации светодиода связанных с перегревом, методы обеспечения оптимальных тепловых режимов, применяемые в производстве теплопроводящие материалы и конструкции.

Технологический процесс изготовления светодиодов и матриц: технологические операции монтажа кристаллов, соединения электрических выводов, приготовление люминофорной композиции, нанесение люминофорной композиции; технологический контроль в технологического процессе; классификация светодиодов и матриц по группам по их основным параметрам.

Согласована на портале № 30679

14.1.3. Темы докладов

Классификация и особенности светодиодов и светодиодных матриц: индикаторные, средней мощности и мощные светодиоды, светодиодные матрицы с общей люминофорной композицией и с люминофорной композицией нанесённой на каждый кристалл матрицы, монолитные светодиодные матрицы, пространственное расположение люминофорной композиции.

Тепловые и оптические расчёты, способы и средства моделирования, ГОСТы и прогнозирование срока службы светодиода.

Анализ процессов деградации светодиода связанных с перегревом, методы обеспечения оптимальных тепловых режимов, применяемые в производстве теплопроводящие материалы и конструкции.

Технологический процесс изготовления светодиодов и матриц: технологические операции монтажа кристаллов, соединения электрических выводов, приготовление люминофорной композиции, нанесение люминофорной композиции; технологический контроль в технологического процессе; классификация светодиодов и матриц по группам по их основным параметрам.

14.1.4. Темы опросов на занятиях

Классификация и особенности светодиодов и светодиодных матриц: индикаторные, средней мощности и мощные светодиоды, светодиодные матрицы с общей люминофорной композицией и с люминофорной композицией нанесённой на каждый кристалл матрицы, монолитные светодиодные матрицы, пространственное расположение люминофорной композиции.

Тепловые и оптические расчёты, способы и средства моделирования, ГОСТы и прогнозирование срока службы светодиода.

Анализ процессов деградации светодиода связанных с перегревом, методы обеспечения оптимальных тепловых режимов, применяемые в производстве теплопроводящие материалы и конструкции.

Технологический процесс изготовления светодиодов и матриц: технологические операции монтажа кристаллов, соединения электрических выводов, приготовление люминофорной композиции, нанесение люминофорной композиции; технологический контроль в технологического процессе; классификация

светодиодов и матриц по группам по их основным параметрам.

14.1.5. Темы лабораторных работ

Анализ зависимостей ВАХ, светового потока от прямого тока, световой отдачи от прямого тока на образцах индикаторных, средней мощности и мощных светодиодов.

Расчёт линзы для светодиода средней мощность, изготовление линзы и монтаж в светодиод, измерение кривой силы света, расчёт светового потока и световой отдачи светодиода.

Измерение температуры корпуса образцов мощного светодиода, определение температуры p-n перехода.

Приготовление люминофорной композиции, герметизация светодиода, определение светового потока, световой отдачи и коррелированной цветовой температуры светодиода.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)

Согласована на портале № 30679

С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 30679