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

Современные светодиодные технологии

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: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Всего аудиторных занятий	36	36	часов
4	Самостоятельная работа	36	36	часов
5	Всего (без экзамена)	72	72	часов
6	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	З.Е.

Зачет: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 34336

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 кафедры радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга (РЭТЭМ) _____ Н. Н. Несмелова

Профессор кафедры радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга (РЭТЭМ) _____ А. А. Вилисов

Согласована на портале № 34336

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины "Современные светодиодные технологии" является формирование у студентов знаний и навыков анализа современных технологий изготовления светодиодов.

1.2. Задачи дисциплины

- ознакомить студентов с эпитаксиальными методами получения полупроводниковой светодиодной структуры;
- ознакомить студентов с технологией формирования омических контактов;
- ознакомить студентов с типами светодиодных структур;
- ознакомить студентов с типами светодиодных сборок;
- ознакомить студентов с методами нанесения люминофорной композиции.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Современные светодиодные технологии» (Б1.В.ДВ.2.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Микро и нанотехнологии, Органические и неорганические наногетероструктуры, Технология изготовления светодиодных кристаллов, Технология корпусирования мощных светоизлучающих изделий.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОК-4 способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности;
- ОПК-1 способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;
- ПК-1 способностью формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения задач;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** эпитаксиальные методы получения полупроводниковой светодиодной структуры; технологии формирования омических контактов; типы светодиодных структур; типы светодиодных сборок; методы нанесения люминофорной композиции.
- **уметь** понимать основные проблемы в современных светодиодных технологиях, выбирать методы и средства их решения; анализировать накопленный опыт; формулировать цели, задачи научных исследований в области современных светодиодных технологий
- **владеть** способностью понимать основные проблемы в современных светодиодных технологиях, навыками выбора методов и средств их решения; навыками анализа накопленного опыта; способностью формулировать цели, задачи научных исследований в области современных светодиодных технологий

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	36	36
Лекции	18	18
Практические занятия	18	18

Согласована на портале № 34336

Самостоятельная работа (всего)	36	36
Проработка лекционного материала	6	6
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	30	30
Всего (без экзамена)	72	72
Общая трудоемкость, ч	72	72
Зачетные Единицы	2.0	2.0

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	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр					
1 Эпитаксиальные методы получения полупроводниковой светодиодной структуры	4	4	8	16	ОК-4, ОПК-1, ПК-1
2 Омические контакты светодиодного кристалла	4	4	7	15	ОК-4, ОПК-1, ПК-1
3 Планарные и вертикальные светодиодные кристаллы	4	4	7	15	ОК-4, ОПК-1, ПК-1
4 Светодиодные сборки	4	4	7	15	ОК-4, ОПК-1, ПК-1
5 Методы нанесения люминофорной композиции	2	2	7	11	ОК-4, ОПК-1, ПК-1
Итого за семестр	18	18	36	72	
Итого	18	18	36	72	

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
3 семестр			
1 Эпитаксиальные методы получения полупроводниковой светодиодной структуры	Жидкофазная эпитаксия, молекулярно-пучковая эпитаксия, газофазная эпитаксия	4	ОК-4, ОПК-1, ПК-1
	Итого	4	
2 Омические контакты светодиодного кристалла	Омические контакты светодиодного кристалла и оптически прозрачные электропроводящие материалы	4	ОК-4, ОПК-1, ПК-1

Согласована на портале № 34336

	Итого	4	
3 Планарные и вертикальные светодиодные кристаллы	Планарные и вертикальные светодиодные кристаллы	4	ОК-4, ОПК-1, ПК-1
	Итого	4	
4 Светодиодные сборки	Светодиодный кластер, светодиодный модуль, интегральные и монолитные светодиодные матрицы	4	ОК-4, ОПК-1, ПК-1
	Итого	4	
5 Методы нанесения люминофорной композиции	Методы приготовления люминофорных композиций, методы нанесения люминофорных композиций	2	ОК-4, ОПК-1, ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

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	5
Предшествующие дисциплины					
1 Микро и нанотехнологии	+	+	+	+	+
2 Органические и неорганические наногетероструктуры	+	+	+	+	+
3 Технология изготовления светодиодных кристаллов	+	+	+	+	+
4 Технология корпусирования мощных светоизлучающих изделий	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины					
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты	+	+	+	+	+

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.	Сам. раб.	
ОК-4	+	+	+	Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию

Согласована на портале № 34336

ОПК-1	+	+	+	Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-1	+	+	+	Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Эпитаксиальные методы получения полупроводниковой светодиодной структуры	Жидкофазная эпитаксия, молекулярно-пучковая эпитаксия, газофазная эпитаксия	4	ОК-4, ОПК-1, ПК-1
	Итого	4	
2 Омические контакты светодиодного кристалла	Омические контакты светодиодного кристалла и оптически прозрачные электропроводящие материалы	4	ОК-4, ОПК-1, ПК-1
	Итого	4	
3 Планарные и вертикальные светодиодные кристаллы	Планарные и вертикальные светодиодные кристаллы	4	ОК-4, ОПК-1, ПК-1
	Итого	4	
4 Светодиодные сборки	Светодиодный кластер, светодиодный модуль, интегральные и монолитные светодиодные матрицы	4	ОК-4, ОПК-1, ПК-1
	Итого	4	
5 Методы нанесения люминофорной композиции	Методы приготовления люминофорных композиций, методы нанесения люминофорных композиций	2	ОК-4, ОПК-1, ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

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

Согласована на портале № 34336

3 семестр				
1 Эпитаксиальные методы получения полупроводниковой светодиодной структуры	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОК-4, ОПК-1, ПК-1	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	8		
2 Омические контакты светодиодного кристалла	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОК-4, ОПК-1, ПК-1	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	7		
3 Планарные и вертикальные светодиодные кристаллы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОК-4, ОПК-1, ПК-1	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	7		
4 Светодиодные сборки	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОК-4, ОПК-1, ПК-1	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	7		
5 Методы нанесения люминофорной композиции	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОК-4, ОПК-1, ПК-1	Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	7		
Итого за семестр		36		
Итого		36		

10. Курсовой проект / курсовая работа

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
3 семестр				
Опрос на занятиях	5	5	5	15

Согласована на портале № 34336

Отчет по практическому занятию	25	25	20	70
Тест	5	5	5	15
Итого максимум за период	35	35	30	100
Нарастающим итогом	35	70	100	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 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: 25.06.2018).

2. Полимерные материалы в светотехнике и электронике: Учебное пособие / Туев В. И., Вилисов А. А., Иванов А. А., Солдаткин В. С. - 2016. 47 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6609 (дата обращения: 25.06.2018).

3. 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: 25.06.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Управление в светотехнических системах: учебное пособие / Туев В. И. - 2018. 63 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7938 (дата обращения: 25.06.2018).

2. Надежность светодиодов и светотехнических устройств: Учебное пособие / Солдаткин

Согласована на портале № 34336

В. С. - 2017. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6744 (дата обращения: 25.06.2018).

3. Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий: Учебное пособие / Солдаткин В. С. - 2018. 60 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7825 (дата обращения: 25.06.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Технология изготовления светодиодных кристаллов. Полупроводниковые наногетероструктуры: Методические указания по практической работе / Солдаткин В. С., Каменкова В. С. - 2017. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6804 (дата обращения: 25.06.2018).

2. Технология изготовления светодиодных кристаллов: Методические указания по самостоятельной работе / Солдаткин В. С., Каменкова В. С., Иванов А. А. - 2017. 11 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6740 (дата обращения: 25.06.2018).

3. Современные светодиодные технологии и светотехнические устройства: Учебно-методическое пособие для проведения практических занятий и организации самостоятельной работы магистров / Солдаткин В. С. - 2018. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8006 (дата обращения: 25.06.2018).

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. Базы данных, доступ к которым оформлен библиотекой ТУСУРа в текущий момент времени. Список доступных баз данных см. по ссылке: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

12.5. Периодические издания

1. Светотехника: научно-технический и производственный журнал/ Министерство электротехнической промышленности и центрального правления НТО ЭиЭП (М.) ; Министерство электротехнической промышленности и центрального правления НТО ЭиЭП (М.). - М. : Энергоатомиздат, январь 1932 - . - Выходит ежемесячно

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.

Согласована на портале № 34336

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория безопасности жизнедеятельности / Компьютерный класс

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 314 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор 100 Base;
- Стол лабораторный угловой (2 шт.);
- Кресло Original;
- Системный блок Intel Pentium G2020 (17 шт.);
- Монитор SAMSUNG 710V SSS (2 шт.);
- Монитор 17 LCD Samsung;
- Монитор 17 SAMSUNG 710V (SSS) TFT SILVER (6 шт.);
- Монитор 17 SAMSUNG 740N;
- Монитор 17 SAMSUNG (2 шт.);
- Монитор 17 0.20 SAMSUNG 765DFX;
- ПЭВМ CPU INTEL PENTIUM4;
- Сканер HP SCANJET 3770;
- Телевизор плазменный 51 (129 cv);
- Компьютер Pentium Dual Core G850;
- Стол компьютерный (15 шт.);
- Принтер лазерный SAMSUNG 1020. A4;
- Доска маркерная;
- ПЭВМ PENTIUM4;
- ПЭВМ PENTIUM K6-266;
- Стенд информационный;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader
- Apache OpenOffice 4
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- Mathcad 13
- Microsoft Windows 7
- Microsoft Windows XP
- Opera

13.1.3. 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 ин-

Согласована на портале № 34336

формационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

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

1. Каким эпитаксиальным методом выращивают полупроводниковые структуры GaN для кристаллов синего цвета свечения?

А. MOCVD
Б. CVD
В. MBE
Г. OLED

2. Метод эпитаксиального выращивания тонких пленок в условиях сверхвысокого вакуума (до 10−8Па), при котором молекулярные или атомарные пучки направляются на монокристаллическую нагретую подложку.

А. MBE
Б. MOCVD
В. MOVPE
Г. HVPE

3. Разновидность эпитаксии как одного из нанотехнологических методов получения полупроводниковых гетероструктур; разновидность метода химического осаждения из газовой фазы, при которой формируются эпитаксиальные пленки.

А. MOVPE
Б. MOCVD
В. MBE
Г. HVPE

4. Суть данного метода состоит в том, что конечный продукт образуется на подложке-мише-

Согласована на портале № 34336

ни, в результате взаимодействия газообразных веществ-прекурсоров или термолиза пара вещества-прекурсора. При этом вещества-прекурсоры при нормальных условиях могут представлять собой не только газы, но и твердые вещества или жидкости, в этом случае их возгоняют или испаряют в специальной зоне реактора, а за тем транспортируют к подложке-мишени с помощью газа-носителя, который может быть как «инертным», так и участвовать в синтезе.

А. CVD

Б. MOCVD

В. HVPE

Г. PVD

5. Напыление конденсацией из паровой (газовой) фазы обозначает группу методов напыления покрытий (тонких плёнок) в вакууме, при которых покрытие получается путём прямой конденсации пара наносимого материала.

А. PVD

Б. MOCVD

В. HVPE

Г. CVD

6. Существо метода MOCVD состоит в том, что металлические компоненты пленки транспортируют в виде паров металлорганических летучих соединений в реактор, смешивают с газообразным окислителем, после чего происходит разложение паров в реакторе с горячими стенками или на нагретой подложке и образование в дальнейшем пленки ВТСП-фазы.

А. MOCVD

Б. PVD

В. HVPE

Г. CVD

7. Какие основные материалы используются для изготовления светодиода белого цвета свечения?

А. GaN, YAG

Б. GaN, AlGaN, InGaN

В. GaN, AlInGaP

Г. GaAs, GaP, AlInGaP

8. 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

9. Светодиодный модуль это?

А. Устройство используемое в качестве источника света, состоящее из одного или более светодиодов, установленных на общей плате с полным набором оптических, механических, теплоотводящих компонентов и устройств коммутации, но не содержащее устройств управления

Б. Устройство используемое в качестве источника света, состоящее из двух или более светодиодов, установленных на общей плате с полным набором оптических, механических, теплоотводящих компонентов и устройств коммутации, содержащее устройство управления

В. Устройство используемое в качестве источника света, состоящее из одного или более светодиодов, установленных на общей плате с полным набором оптических и механических компонентов и устройств, содержащее устройство управления

Г. Устройство используемое в качестве источника света, состоящее из двух или более светодиодов, установленных на общей плате с полным набором оптических, механических, теплоотводящих компонентов и устройств коммутации, но не содержащее устройство управления

10. 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

11. Chip-on-Board это?

Согласована на портале № 34336

А. Кристалл на плате, где на керамической основе монтируется большое количество светодиодных кристаллов и герметизируется люминофорной композицией.

Б. Монтаж кристаллов на металлическую печатную плату и последующей герметизации каждого кристалла.

В. Светодиодный излучающий элемент светодиодной лампы.

Г. Отсоединения структуры GaN от сапфировой подложки.

12. Glob Top это?

А. Монтаж кристаллов на металлическую печатную плату и последующей герметизации каждого кристалла.

Б. Кристалл на плате, где на керамической основе монтируется большое количество светодиодных кристаллов и герметизируется люминофорной композицией.

В. Светодиодный излучающий элемент светодиодной лампы.

Г. Отсоединения структуры GaN от сапфировой подложки.

13. LED Filament это?

А. Светодиодный излучающий элемент светодиодной лампы.

Б. Монтаж кристаллов на металлическую печатную плату и последующей герметизации каждого кристалла.

В. Отсоединения структуры GaN от сапфировой подложки.

Г. Монтаж кристаллов на металлическую печатную плату и последующей герметизации каждого кристалла.

15. Lift-off это?

А. Отсоединения структуры GaN от сапфировой подложки.

Б. Монтаж кристаллов на металлическую печатную плату и последующей герметизации каждого кристалла.

В. Монтаж кристаллов на металлическую печатную плату и последующей герметизации каждого кристалла.

Г. Кристалл на плате, где на керамической основе монтируется большое количество светодиодных кристаллов и герметизируется люминофорной композицией.

15. В чём заключается прорыв в светодиодной области связанный со светодиодом XLamp XD16?

А. Рекордное значением светового потока с единицы площади – 284 лм/мм2.

Б. Рекордная световая отдача – 300 лм/Вт.

В. Рекордное тепловое сопротивление – 0,5 К/Вт.

Г. Рекордная коррелированная цветовая температура 10000 К.

16. За счёт чего достигается повышение вывода света из кристалла через омические контакты?

А. За счёт применения ITO.

Б. За счёт применения профилированного сапфира.

В. За счёт применения Ni/Au.

Г. За счёт применения микролинзирования поверхности.

17. Светодиоды мощностью порядка 60 мВт относятся к?

А. Индикаторным.

Б. Мощным.

В. Сверх ярким.

Г. Для поверхностного монтажа.

18. Светодиодный кристалл, на одной подложке которого расположены несколько кристаллов соединённых напылением по последовательно-параллельной схеме?

А. Монолитная светодиодная матрица.

Б. Интегральная светодиодная матрица.

В. Chip-on-Board.

Г. Glob Top.

19. Как структура слоёв светодиодного кристалла?

А. Сапфировая подложка (Al2O3), n-GaN, InGaN/GaN (активная область), p-AlGaN, p-GaN.

Б. Сапфировая подложка (Al2O3), p-GaN, p-AlGaN, InGaN/GaN (активная область), n-GaN.

Согласована на портале № 34336

В. Сапфировая подложка (Al2O3), n-GaN, p-GaN, InGaN/GaN (активная область).

Г. Сапфировая подложка (Al2O3), n-GaN, p-GaN.

20. Эта технология OLED используют следующую архитектуру: изображение подпикселей складывается (красные, синие и зеленые элементы в каждом пикселе) вертикально вместо того, чтобы располагаться рядом, как это происходит в ЖК-дисплее или электронно-лучевой трубке. Каждым элементом подпикселя можно управлять независимо. Цвет пикселя может быть отрегулирован при изменении тока, проходящего через три цветных элемента?

А. SOLED.

Б. FOLED.

В. TOLED.

Г. PHOLED.

14.1.2. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. Жидкофазная эпитаксия, молекулярно-пучковая эпитаксия, газофазная эпитаксия.

2. Омические контакты светодиодного кристалла и оптически прозрачные электропроводящие материалы.

3. Планарные и вертикальные светодиодные кристаллы.

4. Светодиодный кластер, светодиодный модуль, интегральные и монолитные светодиодные матрицы.

5. Методы приготовления люминофорных композиций, методы нанесения люминофорных композиций.

14.1.3. Темы опросов на занятиях

1. Жидкофазная эпитаксия, молекулярно-пучковая эпитаксия, газофазная эпитаксия.

2. Омические контакты светодиодного кристалла и оптически прозрачные электропроводящие материалы.

3. Планарные и вертикальные светодиодные кристаллы.

4. Светодиодный кластер, светодиодный модуль, интегральные и монолитные светодиодные матрицы.

5. Методы приготовления люминофорных композиций, методы нанесения люминофорных композиций.

14.1.4. Зачёт

1. LPE эпитаксия?

2. MBE эпитаксия?

3. MOVPE эпитаксия?

4. Метод CVD эпитаксии?

5. Метод MOCVD эпитаксии?

6. Метод HVPE эпитаксии?

7. Метод PVD эпитаксии?

8. Какие типы светодиодных кристаллов по структуре вы знаете?

9. Chip-on-Board это?

10. Glob Top это?

11. За счёт чего достигается повышение вывода света из кристалла через омические контакты?

12. Lift-off это?

13. LED Filament это?

14. В чём заключается прорыв в светодиодной области связанный со светодиодом XLamp XD16?

15. Классификация светодиодов по мощности?

16. Монолитные и интегральные светодиодные матрицы?

17. Структура слоёв светодиодного кристалла?

18. Методы нанесения люминофорной композиции?

19. Материалы для отвода тепла от кристалла?

20. Технологии изготовления OLED дисплеев?

Согласована на портале № 34336

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)
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 № 34336