

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШНПТ
Яковлев А. Н.
« 01 » 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Светодиодная светотехника			
Направление подготовки/ специальность	12.04.02 Опототехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Фотонные технологии и светотехническая инженерия		
Специализация			
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	8	
	Лабораторные занятия	32	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		60	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОМ
Руководитель ОМ			Клименов В. А.
Руководитель ООП			Полисадова Е. Ф.
Преподаватель			Корепанов В.И.

2020г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-6	Способность применять современную элементную базу электротехники, электроники и микропроцессорной техники при разработке и проектировании оптических и светотехнических систем, приборов деталей и узлов оплотехники;	И.ПК(У)-6.1.	Обосновывает в процессе проектирования оптимальный выбор элементной базы для обеспечения функционирования оптических, оптико-электронных и светотехнических систем	ПК(У)-6.1. В1	Владеет опытом выбора элементной базы при проектировании оптических, оптико-электронных, светотехнических систем по техническому заданию
				ПК(У)-6.1 У1	Умеет обосновать выбор основных и вспомогательных элементов при расчете и конструировании в оплотехнике
				ПК(У)-6.1 З1	Знает физические принципы функционирования элементов оптических, оптико-электронных и светотехнических систем
		И.ПК(У)-6.2.	Владеет информацией о номенклатуре и характеристиках современной элементной базы электротехники, электроники и микропроцессорной техники.	ПК(У)-6.2. В1	Владеет опытом анализа характеристик элементов оптических и оптико-электронных устройств
				ПК(У)-6.2 У1	Умеет подобрать оптимальные элементы оптических и оптико-электронных устройств, обеспечивающие их функционирование.
				ПК(У)-6.2 З1	Знает номенклатуру и характеристики современной элементной базы электротехники, электроники и микропроцессорной техники, используемой в оплотехнике

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы 12.04.02 Оплотехника.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД.1	Выбирать светодиоды для различных видов осветительных и облучательных установок	И.ПК(У)-6.1. И.ПК(У)-6.2.
РД.2	Прогнозировать поведение светодиодной светотехники при эксплуатации	И.ПК(У)-6.1. И.ПК(У)-6.2.

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Физические основы работы и полупроводниковые материалы для СД	РД1, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	15
Раздел 2. Методы получения полупроводниковых структур для СД	РД1, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	15
Раздел 3. Конструкции и технологии изготовления СД	РД1, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	15
Раздел 4. Характеристики, особенности эксплуатации и применения СД	РД1, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	15

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Физические основы работы и полупроводниковые материалы для СД

Тема 1. Типы активной области (р-п-переход, гетеропереход, двойная гетероструктура).

Р-п переход. Энергетические диаграммы в равновесном и неравновесном состоянии.

Обедненный слой, электрические поля в обедненном слое. Резкий и плавный р-п переходы.

Толщина обедненного слоя. Контактная разность потенциалов. Обратный ток р-п перехода, его составляющие. ВАХ р-п перехода. Инжекция носителей заряда.

Тема 2. Механизмы рекомбинации. Скорость рекомбинации и время жизни носителей заряда.

Особенности рекомбинации в непрямозонных полупроводниках. Излучательная рекомбинация. Световыход из кристалла.

Тема 3. Гетеропереходы и их зонные диаграммы. Двойные гетероструктуры и сверхрешетки.

Арсенид галлия (GaAs), твердые растворы $A^{III}B^V$, нитриды $A^{III}N$, и др.

Темы лекций:

1. Введение. Физические основы работы и полупроводниковые материалы для СД

Темы практических занятий:

1. Скорость рекомбинации и время жизни носителей заряда.

Темы лабораторных работ:

1. Температурная зависимость сопротивления полупроводников

2. Определение ширины запрещенной зоны полупроводника

Раздел 2. Методы получения полупроводниковых структур для СД

Тема 1. Диффузия примесей, жидкофазовая эпитаксия

Тема 2. Эпитаксиальное наращивание из металлоорганических соединений

Тема 3. Молекулярно пучковая эпитаксия.

Тема 4. Постростовая обработка.

Темы лекций:

1. Методы получения полупроводниковых структур для СД

Темы практических занятий:

2. Методы выращивания п/п структур для СД (семинар)

Названия лабораторных работ:

1. Изучение люминесцентных свойств гетероструктур

2. Контроль качества гетероструктур

Раздел 3. Конструкции и технологии изготовления СД

Тема 1. Планарный чип, «Flip-chip», вертикальный чип).

Тема 2. Топология омических контактов.

Тема 3. Методы повышения световыхода (структуризация световыводящей поверхности, зеркала Брэгга).

Тема 4. Типы корпусов СД.

Тема 5. Посадка кристалла на теплоотвод, разварка выводов, световыводящая линза.

Темы лекций:

1. Конструкции и технологии изготовления СД

Темы практических занятий:

1. Расчет теплового сопротивления между слоями материалов, составляющих светодиод.

Названия лабораторных работ:

1. Разработка и изготовление платы для светодиодного излучателя

2. Технология пайки светодиодов на плату

Источник питания к светодиодному источнику света

Раздел 4. Характеристики, особенности эксплуатации и применения СД

Тема 1. ВАХ – рабочий прямой ток и прямое падение напряжения, рассеиваемая мощность и мощность (поток) излучения.

Тема 2. Спектральная характеристика, сила света, диаграмма направленности излучения, световыход.

Тема 3. Растекание тока, «стоп»-слои. Эффект «стягивания» тока.

Тема 4. Влияние топологии контактной металлизации и внешних факторов на характеристики СД.

Тема 5. Деграция характеристик и параметров СД.

Тема 6. Классификация, особенности применения СД

Темы лекций:

1. Характеристики, особенности эксплуатации и применения СД

Темы практических занятий:

1. Светотехнические характеристики СД (определение потоков, световой отдачи)

Названия лабораторных работ:

1. Исследование светотехнических и электрических характеристик СД

2. Исследование влияния условий эксплуатации на светотехнические характеристики СД

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по заданной теме раздела;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Б. Салех, М. Тейх. Оптика и фотоника. Принципы и применения. Долгопрудный: Интеллект 2012, Том 1, 760 с., Том 2.- 784 с
2. В.Е. Бугров, К.А. Виноградова. Оптоэлектроника светодиодов. Учебное пособие. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 174 с.
3. Д.А. Бауман. Технология сборки светодиодов. – СПб: Университет ИТМО, 2018. – 65 с.

Дополнительная литература:

1. Ключников С.В. Светодиоды в освещении: М.: МИЭЭ, 2014. — 274 с.
2. Периодика: «Полупроводниковая светотехника», «Светотехника», «Фотоника»

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронно-библиотечная система «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
4. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Office

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028 г. Томская область, Томск, Тимакова улица, 12, 235	компьютер- 1 шт., проектор – 1 шт., экран – 1 шт. Комплект учебной мебели на 108 посадочных мест. Acrobat Reader DC, AkelPad, PDF-XChange Viewer, Visual C++ Redistributable Package Chrome, WinDjView, 7-Zip Firefox ESR, Flash Player, K-Lite Codec Pack Full, Office 2010 Standard Russian Academic
2.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная

634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 036	лаборатория) Компьютер - 11 шт.; Принтер - 1 шт. Комплект учебной мебели на 6 посадочных мест; Шкаф для одежды - 2 шт.; Шкаф для документов - 4 шт.; Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement; Visual C++ Redistributable Package; Mozilla Public License 2.0; MathType 6.9 Lite; K-Lite Codec Pack; GNU Lesser General Public License 3; GNU General Public License 2 with the Classpath Exception; GNU General Public License 2; GNU Affero General Public License 3; Far Manager; Chrome; Berkeley Software Distribution License 2-Clause; Фотоприемное устройство на основе ПЗС-линейки - 2 шт.; Импульсный лазер Brilliant с блоками генерации - 1 шт.; Камера для криостатирования образцов - 1 шт.; Спектрометр оптоволоконный высокочувствительный AvaSpec-HERO - 1 шт.; Спектрофотометр СФ-256 УВИ - 1 шт.; Источник питания GPC-76030D - 1 шт.; Фотоприемное устройство с фотоэлектронным умножителем ФПУ ФЭУ с матрицей R5108 - 1 шт.; Фотоэлектронный умножитель H6780-04 - 1 шт.; Спектрометрический комплекс для рефлектометрических, флуориметрических и абсорбционных методов измерений - 1 шт.; Сильноточный наносекундный генератор импульсных напряжений - 1 шт.; Насос вакуумный - 1 шт.; Прибор TDS-2014 - 1 шт.; Прибор вакуумный ВМБ-1В - 1 шт.; Микроскоп МБС-10 - 1 шт.; Модулятор МД 3-2М - 2 шт.; Осветитель с галогенной и дейтроновой лампами, с зеркальным конденсором - 2 шт.; Стенд для исследования нестационарных процессов в оптических материалах - 1 шт.; Станок сверлильный ВТМ-13 - 1 шт.; Спектрофотометр ТКА-Спектр (ФАР) - 1 шт.; Блок питания Б 5-47 - 2 шт.; Измеритель температуры Center 306 - 1 шт.; Прибор TDS-2CMAH - 1 шт.; Модуль ФЭУ (фотоэлектронный умножитель) - 1 шт.; Осциллограф цифровой DPO-3034 - 1 шт.; Импульсный ускоритель электронов "Импульс - 3" ГИН-400 - 1 шт.; Прибор TDS-2022 - 1 шт.; Осветитель с импульсной лампой - 1 шт.; Монохроматор МДР-204 с решеткой 1200 штр./мм - 2 шт.; Фотоприемное устройство с фотоэлектронным умножителем ФПУ ФЭУ с матрицей R928 - 1 шт.; Источник постоянного тока GPR-3520HD - 1 шт.; Комплекс вспомогательного оборудования и специализированного инструментария - 1 шт.; Станок ЧПУ 3040 - 1 шт.; Микрокриогенная система MСMP-150Н-5/20 - 1 шт.; Монохроматор МДР-204 - 2 шт.; Насос 3 НВР - 1 шт.; Оптоволоконный спектрофотометр для фотоколориметрических измерений на базе AvaSpec-2048L-USB2+AvaSphere-50-LS-HAL - 1 шт.; Установка микрорегенная MСMP-1 ОН-3.2/20 - 1 шт.; Вольтметр В-20 - 1 шт.; Диагностический лазерный комплекс на основе азотного лазера моноблочной конструкции - 1 шт.; Программируемый линейный источник питания GPD-73303S - 1 шт.; Многофункциональный спектрофотометрический комплекс на базе AvaSpec-2048-2-USB2 - 1 шт.; Насос V-i280SV - 1 шт.; Блок питания БНВ-30 - 2 шт.; Источник постоянного тока многоканальный GW GPD-74303S - 2 шт.; Микровизор 103 проходящего света - 1 шт.; Блок питания БНВ 3-09 - 1 шт. Спектрофлуориметр
--	---

		Cary_Eclipse. Ava-Raman-B спектрометр. Лазер «Бриллиант»
--	--	---

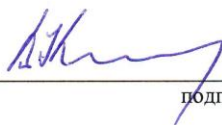
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Фотонные технологии и светотехническая инженерия» по направлению 12.04.02 Оптотехника (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Профессор ОМ		Корепанов В.И.

Программа одобрена на заседании Отделения материаловедения (протокол от №35 от 29.06.2020).

Заведующий кафедрой, руководитель
отделения на правах кафедры
д.т.н, профессор

 /В.А. Клименов/
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения материаловедения (протокол)