

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

Институт прикладной математики, физики и информатики  
(Наименование института)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института



\_\_\_\_\_ К.С. Хорьков

» 08

\_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОПТОЭЛЕКТРОНИКА**

(наименование дисциплины)

**направление подготовки / специальность**

**12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии**

(код и наименование направления подготовки (специальности))

**направленность (профиль) подготовки**

**Твердотельные и полупроводниковые лазерные системы**

(направленность (профиль) подготовки))

г. Владимир  
Год 2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Оптоэлектроника» является изучение студентами теоретических основ оптоэлектроники, физических принципов действия приборов, использующих оптические и электрические эффекты для формирования и преобразования информационных сигналов; практическое усвоение классообразующей приборной структуры и уровней конструктивной иерархии оптоэлектронных изделий и элементной базы; типовых конструкций и технологий изготовления оптико-электронных блоков и узлов, светоизлучающих и лазерных диодов, матриц и линеек, коммуникационных оснований и оптических каналов связи и электрических межсоединений; нормативно-технических и технологических документов промышленного производства.

Задачи:

- закрепить у студентов знания и сформировать целостное представление о закономерностях функционирования оптоэлектронных приборов в части преобразования информационных сигналов и взаимосвязи фундаментальных теоретических основ строения и свойств конструкционных материалов с физико-техническими принципами структурной реализации оптоэлектронных и микроэлектронных приборов;
- освоить методы анализа и исследования этапов жизненного цикла и структуры оптоэлектронных средств; процессов формирования и преобразования оптических и электрических сигналов в материалах, элементах и компонентах приборов оптоэлектроники; расчетных методик определения функциональных и конструкторских параметров и характеристик изделий оптоэлектроники и оценки режимов выполнения технологических операций контроля и испытания изделий, в том числе, в интенсивных полях электромагнитных излучений;
- развить у студентов практические навыки работы с нормативно-техническими конструкторскими и технологическими документами; с методиками оценки технологичности конструкторских решений, принятых при проектировании оптоэлектронных средств, и средствами компьютерного моделирования, контроля и испытания изделий оптоэлектроники.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Оптоэлектроника» относится к обязательным дисциплинам блока Б1 учебного плана.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Оптоэлектроника», соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять	ОПК-1.1. Знает современную научную картину мира, правовые основы охраны объектов исследования, современные проблемы и специфику	Знает современные проблемы исследования и разработки оптоэлектронных средств и оптических материалов.	Практико-ориентированные задания Статьи Рефераты

<p>естественнонаучную суть проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учётом специфики исследований и разработки лазерной техники, оптических материалов и лазерных технологий</p>	<p>исследований и разработок в области лазерной техники, оптических материалов и лазерных технологий, отечественные и международные стандарты по качеству и особенности их применения в области лазерной техники и лазерных технологий. ОПК-1.2. Умеет выявлять естественнонаучную суть проблемы, применять актуальную нормативную документацию в области профессиональной деятельности, выбирать и использовать адекватные поставленной задаче методы её решения, работать с записями по качеству. ОПК-1.3. Владеет навыками формулирования целей и задач исследований и разработок с учётом сложившихся норм и традиций научного познания мира, оценки патентоспособности технических и художественно-конструкторских решений, выработки стратегии и оценки достижимости решения задач исследований и разработок в области лазерной техники, оптических материалов и технологий с учётом правовых ограничений и соблюдения стандартов по качеству.</p>	<p>Умеет применять нормативно-техническую документацию в области профессиональной деятельности, выбирать и использовать адекватные поставленной задаче средства её решения. Владеет навыками формулирования целей при решении задач исследования и разработки оптоэлектронных средств, оптических материалов и технологий.</p>	
<p>ПК-1. Способен анализировать научно-техническую проблему, формулировать цель, задачи и план научного исследования в области лазерной техники и технологий</p>	<p>ПК-1.1. Знает типовую структуру описания научного исследования на этапе его планирования, примеры постановки задач научных исследований в области лазерной техники и лазерных технологиях. ПК-1.2. Умеет определять актуальность планируемых научных исследований на основе анализа источников научно-технической информации в области лазерной техники и лазерных технологий. ПК-1.3. Владеет навыками составления описания планируемого научного исследования, использования междисциплинарного подхода при анализе научно-технической проблемы и планировании</p>	<p>Знает типовую структуру оптоэлектронных средств и методику описания научного плана её исследования. Умеет определять актуальность планируемых научных исследований оптоэлектронных средств на основе анализа источников научно-технической информации. Владеет навыками составления описания планируемого научного исследования оптоэлектронных средств и использования междисциплинарного подхода при анализе научно-технической проблемы.</p>	<p>Практико-ориентированные задания Статьи Рефераты Отчет по практической подготовке (приложение 1)</p>

	исследований в области лазерной техники и лазерных технологий		
ПК-2. Способен проводить теоретические и экспериментальные исследования лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем	<p>ПК-2.1. Знает методы и средства теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности с учётом требований безопасности.</p> <p>ПК-2.2. Умеет проводить теоретические и экспериментальные исследования в области лазерной техники и лазерных технологий.</p> <p>ПК-2.3. Владеет навыками целенаправленного планирования, проведения математических и физических экспериментов в области профессиональной деятельности и анализа их результатов, в том числе с использованием средств автоматизации.</p>	<p>Знает этапы жизненного цикла оптоэлектронных средств и методы их исследования.</p> <p>Умеет проводить теоретические и экспериментальные исследования оптоэлектронных средств и оформлять результаты исследований.</p> <p>Владеет навыками проведения математических и физических экспериментов с оптоэлектронными средствами и анализа их результатов, в том числе, выполненных с использованием средств автоматизации и цифровых информационных технологий.</p>	<p>Практико-ориентированные задания</p> <p>Статьи</p> <p>Рефераты</p> <p>Отчет по практической подготовке (приложение 1)</p>
ПК-3. Способен проводить расчёты для определения необходимых требований к параметрам гетероструктуры и конструкции излучающего элемента полупроводникового лазера	<p>ПК-3.1. Знает расчётные соотношения и методики расчёта при конструировании излучающих элементов полупроводниковых лазеров и вспомогательных систем.</p> <p>ПК-3.2. Умеет определять набор необходимых требований и ограничений при конструировании излучающих элементов полупроводниковых лазеров и вспомогательных систем.</p> <p>ПК-3.3. Владеет навыками выполнения расчётов для определения необходимых требований к параметрам гетероструктуры и конструкции излучающих элементов полупроводниковых лазеров и вспомогательных систем.</p>	<p>Знает основополагающие составные функциональные части, элементы и компоненты оптоэлектронных средств и расчётные методики их конструирования.</p> <p>Умеет определять состав технических требований и ограничений при конструировании элементов и компонентов оптоэлектронных средств.</p> <p>Владеет навыками конструкторских расчётов для определения параметров и характеристик элементов и компонентов оптоэлектронных средств.</p>	<p>Практико-ориентированные задания</p> <p>Статьи</p> <p>Рефераты</p> <p>Отчет по практической подготовке (приложение 1)</p>
ПК-4. Способен рассчитывать отдельные параметры волоконного лазера и входящих в него компонентов	<p>ПК-4.1. Знает области применения, принципы действия, компоненты и типичные выходные характеристики волоконных лазеров.</p> <p>ПК-4.2. Умеет анализировать возможные области применения волоконного лазера в зависимости от его характеристик.</p> <p>ПК-4.3. Владеет базовыми</p>	<p>Знает сферу применения волоконных лазеров и их компонентов в качестве источников и средств преобразования информационных сигналов.</p> <p>Умеет анализировать возможности и перспективы применения волоконных</p>	<p>Практико-ориентированные задания</p> <p>Статьи</p> <p>Рефераты</p> <p>Отчет по практической подготовке (приложение 1)</p>

	навыками расчёта параметров волоконного лазера и параметров входящих в него компонентов, а также анализа конкурентоспособности разрабатываемых лазерных систем.	лазеров в структуре оптоэлектронных средств. Владеет базовыми навыками расчёта параметров и характеристик волоконных лазеров и их компонентов.	
ПК-7. Способен проектировать системы транспортировки и наведения лазерного излучения	<p>ПК-7.1. Знает основные принципы функционирования и проектирования систем транспортировки лазерного излучения.</p> <p>ПК-7.2. Умеет проектировать электронные модули управления и конструктивные элементы систем транспортировки и наведения лазерного излучения, в том числе на основе результатов моделирования процессов эволюции лазерного излучения при его генерации и транспортировке.</p> <p>ПК-7.3. Владеет навыками моделирования распространения лазерного излучения, а также проектирования электронных, механических и оптических компонентов систем транспортировки и наведения лазерного излучения.</p>	<p>Знает основы построения структуры и функционирования элементов и компонентов в каналах связи оптоэлектронных средств. Умеет проектировать электронные модули управления каналами связи в оптоэлектронных средствах, в том числе, с применением средств информационно-технологического моделирования.</p> <p>Владеет навыками практического применения средств моделирования процессов передачи лазерных информационных сигналов в оптоэлектронных средствах и проектирования их электронных, механических и оптических элементов и компонентов.</p>	<p>Практико-ориентированные задания</p> <p>Статьи</p> <p>Рефераты</p> <p>Отчет по практической подготовке (приложение 1)</p>

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часов

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Физические основы и материалы оптоэлектроники	1	1-6	6	12	6	-	24	рейтинг-контроль 1
2	Функциональные и структурные схемы оптоэлектронных приборов и систем, элементов и компонентов	1	7-12	6	12	6	-	24	рейтинг-контроль 2

3	Технологические процессы изготовления и контроля опто-электронных блоков и узлов лазерных систем и комплексов	1	13-18	6	12	6	-	24	рейтинг-контроль 3
Всего за 1 семестр:		-	-	18	36	18	-	72	экзамен, 36
Наличие в дисциплине КП/КР		-	-	-	-	-	-	-	-
Итого по дисциплине		-	-	18	36	18	-	72	экзамен, 36

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

#### Раздел 1. Физические основы и материалы оптоэлектроники

##### Тема 1 Физические основы оптоэлектроники

###### Содержание темы.

Электроника - область науки, техники и производства; физическая, техническая и промышленная электроника. Назначение, сферы применения и преимущества средств оптоэлектроники. Виды физических полей; диапазоны электромагнитных излучений. Типы межзонных и внутризонных переходов электронов с испусканием и поглощением квантов света. Генерация и рекомбинация носителей заряда; длина свободного пробега. Физическая природа составляющих обратного тока р-п перехода - теплового тока, токов термогенерации и утечки. Гетеропереходы, их структура и основные энергетические диаграммы; быстроедействие переключательных процессов в гетеропереходах.

##### Тема 2 Материалы оптоэлектроники

###### Содержание темы.

Классификации материалов оптоэлектроники; конструкционные и технологические материалы. Последовательность переработки вещества в изделия оптоэлектронной техники; однофазные/многофазные сплавы и химические соединения в оптоэлектронике. Получение полупроводниковых материалов по методу Чохральского. Дефекты кристаллических решеток по Френкелю и по Шоттки; растворы внедрения и замещения; диффузия в твердых телах. Потенциальная энергия взаимодействия электрона с ядром атома; снижение уровня потенциального барьера в кристаллах; принципы образования энергетических зон.

**Тема 3 Направления развития конструкции и видов производства опто-электронных средств**

###### Содержание темы.

Виды производства - единичный, серийный, массовый; основной и вспомогательный производственные процессы; основные и неосновные средства оптоэлектронного производства. Этапы жизненного цикла и уровни конструктивной иерархии (входимости) оптоэлектронных средств. Признаки системности конструкции. Соотношение понятий проектирование и конструирование оптоэлектронных средств. Задачи, цели и техническое задание на проектирование; комплексная микроминиатюризация; средства проектирования. Уровни проектирования интегральных опто-электронных устройств – логический, схмотехнический, системотехнический, электрический, физический, топологический, программный; степень интеграции (закон Мура).

**Раздел 2. Функциональные и структурные схемы опто-электронных приборов и систем, элементов и компонентов**

##### Тема 1 Структура оптоэлектронных средств

###### Содержание темы.

Структурно-функциональные схемы средств электроники, фотоники и оптроники. Пассивная и активная элементная база изделий полупроводниковой микроэлектроники. Электрорадиоэлементы и устройства функциональной электроники.

## **Тема 2** Элементная база изделий микроэлектроники

### **Содержание темы.**

Физическая природа межатомной связи в твердых кристаллических полупроводниках; характеристика ионной, ковалентной и металлической связей в кристаллах. Молекулярные кристаллы; природа дисперсионной, ориентационной и индукционной составляющих взаимодействия сил Ван-дер-Ваальса. Корпусные и бескорпусные цифровые микросхемы на униполярных транзисторах – МОП и КМОП-логика; цифровые микросхемы на биполярных транзисторах.

## **Тема 3** Элементная база изделий оптоэлектроники

### **Содержание темы.**

Элементная база изделий оптоэлектроники; источники и приемники излучений. Структура и конструкция светоизлучающих и лазерных диодов, лазерных линеек и матриц. Назначение и физико-технологическая структура фоторезисторов, фотодиодов, фототранзисторов и фототиристоров.

**Раздел 3.** Технологические процессы изготовления и контроля опико-электронных блоков и узлов лазерных систем и комплексов

## **Тема 1** Микроэлектронные технологии в оптоэлектронике

### **Содержание темы.**

Микроэлектронные технологии в оптоэлектронике. Группы интегральных микросхем в едином конструктивно-технологическом исполнении; серии микросхем; полупроводниковая, пленочная, гибридная и смешанная технологии изготовления; микросборки. Тонкопленочные и толстопленочные групповые интегральные технологии. Технология изготовления линеек и матриц лазерных диодов.

## **Тема 2** Технологии межсоединений в оптоэлектронике

### **Содержание темы.**

Технологические процессы межсоединений - коммутационных оснований; объемный и плоскостной монтаж; технология печатного и интегрального монтажа; световоды; волоконно-оптические линии связи.

## **Тема 3** Методы контроля и испытания изделий оптоэлектроники

### **Содержание темы.**

Типовые технологические процессы; рабочее место, производственный участок, цех, технологические операции, переходы, оборудование и оснастка. Виды основных и вспомогательных технологических документов; карты технологического процесса – маршрутные, операционные, эскизов. Методы разрушающего и неразрушающего, прямого и измерительного контроля изделий; методы и средства испытания оптоэлектронных изделий. Технологичность конструкторских решений как свойство изделий оптоэлектроники; экономические, качественные и количественные показатели конструктивного совершенства – системы коэффициентов и требований. Комплексный показатель технологичности конструкции. Отработка конструкции изделия на технологичность; метод экспертных оценок.

## **Содержание практических/лабораторных занятий по дисциплине**

### **Раздел 1.** Физические основы и материалы оптоэлектроники

## **Тема 1** Физические основы оптоэлектроники

### **Содержание** практических/лабораторных занятий.

Объект, предмет, цель и результат научного исследования в области лазерной техники и лазерных технологий.

Объект и предмет научного исследования в области лазерной физики. Виды материи и их составляющие.

Диапазоны электромагнитных излучений - примеры техники изделий оптоэлектроники.

## **Тема 2** Материалы оптоэлектроники

### **Содержание** практических/лабораторных занятий.

Анализ свойств материалов оптико-электронных блоков, узлов и деталей.

Физические основы развития оптико-электронных средств и совершенствования материалов оптоэлектроники.

**Тема 3** Направления развития конструкции и видов производства оптико-электронных средств

### **Содержание** практических/лабораторных занятий.

Производственный и технологический процессы изготовления оптоэлектронных средств.

Этапы жизненного цикла электронных средств. Примеры профессиональной деятельности магистра техники и технологии на различных этапах жизненного цикла оптоэлектронных средств.

Признаки системности конструкции электронных средств. Уровни входимости конструкции (уровни конструктивной иерархии).

Совершенствование конструкции электронных средств, их основополагающих параметров и характеристик. Соотношение понятий проектирование и конструирование электронных средств. Задачи, цели и техническое задание на проектирование. Средства проектирования.

Исходные данные процесса конструирования электронных средств. Электрические схемы электронных средств - структурная, функциональная, принципиальная. Функционально-узловой, каскадно-узловой, схемно-узловой и моносхемный методы конструирования ячеек электронных средств.

Определяющие факторы развития конструкций специальных (профессиональных) и электронных средств широкого пользования (бытовых).

Компоновка электронных средств, определяющие факторы. Уровни конструктивной иерархии оптоэлектронных средств мобильной связи.

Обеспечение качества изделий и экономичности оптоэлектронного производства.

**Раздел 2.** Функциональные и структурные схемы оптико-электронных приборов и систем, элементов и компонентов

## **Тема 1** Структура оптоэлектронных средств

### **Содержание** практических/лабораторных занятий.

Назначение электронных средств. Структура оптоэлектронных средств. Типовая структура средств фотоники и оптроники.

Исследование структуры оптоэлектронных средств, уровней конструктивной иерархии, этапов жизненного цикла. Методы проектирования и технологии изготовления элементной базы.

Исследование структуры передающих оптоэлектронных модулей, источников и приемников лазерного излучения. Методы проектирования и технология изготовления.



Исследование структуры волоконно-оптических линий связи, оптических кабелей, соединителей и разветвителей. Методы проектирования и технологии изготовления.

**Тема 2** Элементная база изделий микроэлектроники

**Содержание** практических/лабораторных занятий.

Поколения и составные части электронных средств. Совершенствование элементной базы.

Микросборка как подуровень 1-го конструктивного уровня электронных средств.

**Тема 3** Элементная база изделий оптоэлектроники

**Содержание** практических/лабораторных занятий.

Виды изделий оптоэлектронных средств. Основной и вспомогательный производственные процессы предприятий оптоэлектронного производства.

Структура, параметры и характеристики светодиода. Типовая конструкция светодиода. Типовая конструкция лазерного диода. Типовая конструкция линейки лазерных диодов. Типовая конструкция матрицы лазерных диодов.

**Раздел 3.** Технологические процессы изготовления и контроля опико-электронных блоков и узлов лазерных систем и комплексов

**Тема 1** Микроэлектронные технологии в оптоэлектронике

**Содержание** практических/лабораторных занятий.

Прогресс микроэлектронных процессов производства опико-электронных средств, комплексная микроминиатюризация, средства проектирования.

Разработка технологического процесса изготовления деталей опико-электронных блоков и узлов.

Анализ технологичности конструкции опико-электронных блоков, узлов и деталей.

**Тема 2** Технологии межсоединений в оптоэлектронике

**Содержание** практических/лабораторных занятий.

Методика термо-вакуумного формирования теплопроводов на коммутационных основаниях МЛД на установке THEBION EB4P3KWTN2-Ion.

Методика термозвуковой сварки контактов ЛЛД при сборке МЛД на установке K&S 4522.

Методика селективной сборки драйверов МЛД в полуавтоматическом и ручном режимах на установке IR/PL650 ремонтного центра фирмы ERSA.

Технология изготовления коммуникационных оснований микросборок.

Коммуникационные основания электронных средств в виде печатных и интегральных плат. Разновидности плат по технологии изготовления.

Тонкопленочные и толстопленочные технологии формирования проводников и пассивных компонентов на поверхности интегральных плат.

Основные требования к проектированию печатного монтажа, особенности трассировки и расчета элементов печатного монтажа. Преимущества и недостатки диэлектрических оснований печатных плат из гетинакса, текстолита и стеклотекстолита.

Многослойные печатные платы. Особенности монтажа электрорадиоэлементов и устройств функциональной электроники на печатных платах.

**Тема 3** Методы контроля и испытания изделий оптоэлектроники

**Содержание** практических/лабораторных занятий.

Методика измерения спектральных параметров ЛЛД на установке scld-10-ir.

Методика измерения электрических и оптических параметров ЛЛД на установке IELD-8.

Методика контрольно-измерительных операций процесса сборки МЛД.

Исследование основных характеристик оптического гироскопа.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **5.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **Вопросов к рейтинг-контролю 1**

Назначение средств электроники и оптоэлектроники. Виды физических полей. Диапазоны электромагнитных излучений. Получение полупроводниковых материалов по методу Чохральского. Распределение электронной плотности ковалентной связи в атомных кристаллах. Принципы образования энергетических зон. Этапы жизненного цикла и уровни конструктивной иерархии (входимости) оптоэлектронных средств. Признаки системности конструкции. Степень интеграции микросхем; закон Мура.

#### **Вопросы к рейтинг-контролю 2**

Физическая природа межатомной связи в твердых кристаллических полупроводниках; характеристика ионной, ковалентной и металлической связей в кристаллах. Пассивная и активная элементная база изделий полупроводниковой микроэлектроники. Электрорадиоэлементы и устройства функциональной электроники. Структура и конструкция светоизлучающих и лазерных диодов, цифровые микросхемы на униполярных транзисторах – МОП и КМОП-логика; цифровые микросхемы на биполярных транзисторах. Элементная база изделий оптоэлектроники; источники и приемники излучений. Структура и конструкция светоизлучающих и лазерных диодов, лазерных линеек и матриц.

#### **Вопросы к рейтинг-контролю 3**

Полупроводниковая, пленочная, гибридная и смешанная технологии изготовления микросхем; микросборки. Тонкопленочные и толстопленочные групповые интегральные технологии. Технологические процессы межсоединений - объемный и плоскостной монтаж; технология печатного монтажа; световоды; волоконно-оптические линии связи. Технология изготовления линеек и матриц лазерных диодов. Виды основных и вспомогательных технологических документов; карты технологического процесса – маршрутные, операционные, эскизов. Технологичность конструкторских решений как свойство изделий оптоэлектроники; экономические, качественные и количественные показатели конструктивного совершенства – системы коэффициентов и требований. Комплексный показатель технологичности конструкции; метод экспертных оценок.

### **5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен).**

#### **Контрольные вопросы.**

1. Назначение электронных средств. Структура оптоэлектронных средств. Типовая структура средств фотоники и оптроники.

2. Диапазоны электромагнитных излучений - примеры техники изделий оптоэлектроники.

3. Этапы жизненного цикла электронных средств. Примеры профессиональной деятельности магистра техники и технологии на различных этапах жизненного цикла оптоэлектронных средств.

4. Виды изделий оптоэлектронных средств. Основной и вспомогательный производственные процессы предприятий оптоэлектронного производства.

5. Поколения и составные части электронных средств. Элементная база оптоэлектронных средств.
6. Структура, параметры и характеристики светодиода. Типовая конструкция светодиода.
7. Типовая конструкция лазерного диода.
8. Типовая конструкция линейки лазерных диодов.
9. Типовая конструкция матрицы лазерных диодов.
10. Совершенствование конструкции электронных средств, их основополагающих параметров и характеристик. Определяющие факторы развития конструкций специальных (профессиональных) и электронных средств широкого пользования (бытовых).
11. Признаки системности конструкции электронных средств. Уровни входимости конструкции (уровни конструктивной иерархии).
12. Микросборка как подуровень 1-го конструктивного уровня электронных средств. Технология изготовления коммуникационных оснований микросборок.
13. Функционально-узловой, каскадно-узловой, схемно-узловой и моносхемный методы конструирования ячеек электронных средств.
14. Компоновка электронных средств, определяющие факторы. Уровни конструктивной иерархии оптоэлектронных средств мобильной связи.
15. Исходные данные процесса конструирования электронных средств. Электрические схемы электронных средств - структурная, функциональная, принципиальная.
16. Соотношение понятий проектирование и конструирование электронных средств. Задачи, цели и техническое задание на проектирование. Средства проектирования.
17. Технологичность конструкции электронных средств. Качественные и количественные показатели технологичности. Комплексный показатель оценки технологичности конструкции электронных средств.
18. Коммуникационные основания электронных средств в виде печатных и интегральных плат. Разновидности плат по технологии изготовления.
19. Тонкопленочные и толстопленочные технологии формирования проводников и пассивных компонентов на поверхности интегральных плат.
20. Основные требования к проектированию печатного монтажа, особенности трассировки и расчета элементов печатного монтажа. Преимущества и недостатки диэлектрических оснований печатных плат из гетинакса, текстолита и стеклотекстолита.
21. Многослойные печатные платы. Особенности монтажа электро-радиоэлементов и устройств функциональной электроники на печатных платах.
22. Основные способы охлаждения электронных средств. Элементы локального охлаждения функциональных ячеек оптоэлектронных средств. Тепловые трубки. Типовые схемы охлаждения матриц лазерных диодов.
23. Внешние воздействия на оптоэлектронные средства: вибрации, удары, ионизирующие излучения. Их характеристики и влияние на элементы конструкции и компоненты. Конструкторские способы виброзащиты элементов и узлов электронных средств.
24. Помехоустойчивость, радиационная стойкость и радиационная устойчивость оптоэлектронных средств.

**5.3. Самостоятельная работа обучающегося.** Самостоятельная работа обучающегося включает следующие виды деятельности:

- систематическое изучение учебного материала по конспектам лекций, по учебной и научной литературе;

- изучение методических указаний и подготовка к практическим и лабораторным занятиям;

- подготовка эссе (статьи) по индивидуальному заданию темы самостоятельного исследования;

- подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации.

### **Темы эссе, рефератов, статей, практико-ориентированных заданий**

Социально-правовые предпосылки формирования многоуровневой системы высшего образования в РФ. Сфера научной деятельности магистра.

Организационная структура университета и промышленного предприятия. Производственный и технологический процессы изготовления оптоэлектронных средств.

Объект, предмет, цель и результат научного исследования в области лазерной техники и лазерных технологий. Объект и предмет научного исследования в области лазерной физики.

Виды материи и их составляющие. Модели физического состояния вещества и поля.

Виды производства; основной и вспомогательный производственные процессы; основные и неосновные средства оптоэлектронного производства.

Виды изделий, области применения и преимущества средств оптоэлектроники.

Дефекты кристаллических решеток по Френкелю и по Шоттки; растворы внедрения и замещения; закон Больцмана о концентрации дефектов кристаллических решеток.

Характеристика ионной, ковалентной и металлической связей в кристаллах. Природа дисперсионной, ориентационной и индукционной составляющих взаимодействия сил Ван-дер-Ваальса.

Типы межзонных и внутризонных переходов электронов с испусканием и поглощением квантов света.

Термо- и фотоэлектронная эмиссия. Электривакуумные лампы. Вакуумные фотоэлектронные умножители.

Генерация и рекомбинация носителей заряда в полупроводниках; длина свободного пробега. Электронно-дырочные переходы.

Виды обратимого и необратимого пробоя р-п переходов; вольт-амперная характеристика р-п перехода при пробое. Гетеропереходы, их структура и основные энергетические диаграммы.

Микроэлектронные технологии - полупроводниковая, пленочная, гибридная и смешанная технологии изготовления. Тонкопленочные и толстопленочные групповые интегральные технологии.

Особенности оформления чертежа печатной платы и сборочных чертежей ячеек. Преимущества комбинированного позитивного метода изготовления печатных плат.

Основные способы охлаждения электронных средств. Элементы локального охлаждения оптоэлектронных средств. Тепловые трубки.

Типовые схемы охлаждения матриц лазерных диодов.

Общие системы охлаждения электронных средств. Особенности проектирования естественной и принудительной вентиляции электронных средств.

Схемы компоновки стоек управления электронных средств.

Внешние воздействия на оптоэлектронные средства: вибрации, удары, ионизирующие излучения. Их характеристики и влияние на элементы конструкции и компоненты. Конструкторские способы уменьшения деформации элементов.

Радиационная стойкость и радиационная устойчивость оптоэлектронных средств.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ Наличие в электронном каталоге ЭБС
<b>Основная литература</b>		
1. Фролов, В.А. Электронная техника: учебник: в 2 ч. [Электронный ресурс] / В. А. Фролов. — Ч. 1: Электронные приборы и устройства. — М.: УМЦ ЖДТ, 2015. — 532 с. ISBN 978-5-89035-835-6.	2015	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890358356.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890358356.html</a>
2. Материаловедение и технологии электроники: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. И. Капустин, А. С. Сигов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 427 с.	2014	<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=416461">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=416461</a>
3. Метаматериалы и структурно организованные среды для оптоэлектроники, СВЧ-техники и нанофотоники [Электронный ресурс] / А. Ю. Авдеева [и др.]. — Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2013. — 368 с.	2013	<a href="http://www.iprbookshop.ru/32823">http://www.iprbookshop.ru/32823</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
1 Давыдов, В. Н. Физические основы оптоэлектроники: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Н. Давыдов. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010. — 139 с.	2010	<a href="http://www.iprbookshop.ru/13872">http://www.iprbookshop.ru/13872</a>
2. Современные проблемы оптоэлектроники: учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю. С. Гулина, М. Н. Ефименко, Е. М. Иванова и др. — М.: Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана, 2010. — 96 с.	2010	<a href="http://www.iprbookshop.ru/31256">http://www.iprbookshop.ru/31256</a>
3. Цуканов, В. Н. Волоконно-оптическая техника [Электронный ресурс] / В. Н. Цуканов, М. Я. Яковлев. - М.: Инфра-Инженерия. - 2011. - 640 с.	2011	URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1053385">https://znanium.com/catalog/product/1053385</a>
4. Оптические микрорезонаторы с гигантской добротностью [Электронный ресурс] / М. Л. Городецкий - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 416 с.	2011	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112833.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112833.html</a>

### 6.2. Периодические издания

1. Квантовая электроника. ISSN 0368-7147.
2. Проектирование и технология электронных средств. ISSN 2071-9809.
3. Динамика сложных систем – XXI век. ISSN 1999-7493.
4. Радиотехнические и телекоммуникационные системы. ISSN 2221-2574.

### 6.3. Интернет-ресурсы

1. AltiumDesigner, SolidWorks, MultiSim – комплексная система автоматизированного проектирования электронных средств;
2. КОМПАС-3D – семейство систем автоматизированного проектирования с возможностями оформления проектной и конструкторской документации согласно стандартам серии ЕСКД и СПДС.

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации дисциплины «Оптоэлектроника» имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа,

Рабочую программу составил Давыдов Н.Н., профессор кафедры ФиПМ  
(ФИО, должность, подпись)

Рецензент

Генеральный директор ООО «ВладИнТех» А.В. Осипов  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ  
Протокол №1 от 30.08.2021 года

Заведующий кафедрой С.М. Аракелян  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании учебно-методической комиссии направления 12.04.05

Протокол №1 от 30.08.2021 года

Председатель комиссии С.М. Аракелян  
(ФИО, должность, подпись)

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 2022 / 2023 учебный года

Протокол заседания кафедры № 17 от 30.08.2021 года

Заведующий кафедрой С.М. Аракелян

Рабочая программа одобрена на 20\_\_ / 20\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_ / 20\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_