

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)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности


А.А.Панфилов
« 02 » 09 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОПТОЭЛЕКТРОНИКА

(наименование дисциплины)

Направление подготовки: 12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии

Профиль/программа подготовки: Твердотельные и полупроводниковые лазерные системы

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
1	5/180	18	36	18	72	экзамен (36 ч.)
Итого	5/180	18	36	18	72	экзамен (36 ч.)

Владимир 2019

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение студентами теоретических основ оптоэлектроники и физических принципов действия приборов, использующих оптические эффекты, и 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 межсоединений, нормативно-технических и технологических документов промышленного производства.

Задачи:

- закрепить у студентов знания в части понимания взаимосвязи фундаментальных теоретических основ строения конструкционных материалов и физических принципов работы оптоэлектронных и микроэлектронных приборов;

- освоить методы анализа электронных и оптических процессов в материалах и приборах и расчета параметров и характеристик оптоэлектронных изделий;

- сформировать у студентов целостное представление о закономерностях функционирования приборов и их взаимосвязи с параметрами и свойствами материалов и режимами технологических операций процессов изготовления изделий оптоэлектроники;

- развить у студентов практические навыки работы с нормативно-техническими конструкторскими и технологическими документами и методикой оценки технологичности конструкторских решений при проектировании оптоэлектронных средств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Оптоэлектроника» относится к обязательной части блока Б1 Дисциплины (модули) учебного плана.

Пререквизиты дисциплины: изучение дисциплины «Оптоэлектроника» проходит в первом семестре и опирается на знания предметов основной образовательной программы высшего образования (бакалавриата), включающей предметы естественно-научного, физико-математического, технического и информационно-технологического профиля.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОПК-1	частичное освоение	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none">• правовые основы охраны объектов исследования;• виды и формы охраняемых документов, их характеристики;• особенности охраны объектов интеллектуальной собственности в области лазерной техники и лазерных технологий;• современные проблемы и специфику 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;• современную научную картину мира. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">• применять актуальную нормативную документацию в области профессиональной деятельности;• выбирать и использовать адекватные поставленной задаче методы её решения, в том числе нетрадиционные и использующие междисциплинарные знания;• работать с записями по качеству;• выявлять естественнонаучную сущность проблемы. <p>Владеть (навыки):</p> <ul style="list-style-type: none">• навыки оценки патентоспособности вновь созданных технических и художественно-конструкторских решений;

		<ul style="list-style-type: none"> • навыки систематизации и анализа отобранной документации в области научных исследований и защиты интеллектуальной собственности; • навыки 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; • навыки формулирования целей и задач исследований и разработок с учётом сложившихся норм и традиций научного познания мира.
ПК-1	частичное освоение	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • типовую структуру описания научного исследования на этапе его планирования; • примеры постановки задач научных исследований в области лазерной техники и лазерных технологий и в смежных областях. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • работать с источниками информации о программах финансовой поддержки научных исследований; • определять актуальность планируемых научных исследований на основе анализа источников научно-технической информации в области лазерной техники и лазерных технологий. <p>Владеть (навыки):</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыки составления описания планируемого научного исследования; • навыки использования междисциплинарного подхода при анализе научно-технической проблемы и планировании исследований в области лазерной техники и лазерных технологий.
ПК-2	частичное освоение	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методы и средства измерений параметров лазерного излучения; • методы математического моделирования в области профессиональной деятельности; • требования безопасности при проведении экспериментальных исследований лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • измерять параметры лазерного излучения; • разрабатывать модели исследуемых процессов и явлений в области профессиональной деятельности; • участвовать в теоретических и экспериментальных исследованиях в области лазерной техники и лазерных технологий. <p>Владеть (навыки):</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыки целенаправленного планирования экспериментов; • проведения математических и физических экспериментов в области профессиональной деятельности и анализа их результатов; • навыки использования средств автоматизации при проведении экспериментальных исследований.
ПК-3	частичное освоение	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • расчётные соотношения и методики расчёта при конструировании излучающих элементов полупроводниковых лазеров и вспомогательных систем. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • определять набор необходимых требований и ограничений при конструировании излучающих элементов полупроводниковых лазеров и вспомогательных систем. <p>Владеть (навыки):</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыки выполнения расчётов для определения необходимых требований к параметрам гетероструктуры и конструкции излучающих элементов полупроводниковых лазеров и вспомогательных систем.
ПК-4	частичное	<p>Знать:</p>

	освоение	<ul style="list-style-type: none"> • области применения, принципы действия, компоненты и типичные выходные характеристики волоконных лазеров. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализировать возможные области применения волоконного лазера в зависимости от его характеристик; • выполнять расчёт параметров волоконных лазерных систем и входящих в них компонентов. <p>Владеть (навыки):</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыки анализа конкурентоспособности разрабатываемых лазерных систем; • навыки расчёта параметров волоконного лазера и параметров входящих в него компонентов.
ПК-7	частичное освоение	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • принципы функционирования электронных компонентов, используемых в системах управления лазерами; • физические принципы, лежащие в основе процессов, протекающих при распространении лазерного излучения через вещество; • основные принципы проектирования систем транспортировки лазерного излучения. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проектировать электронные модули управления лазерными системами; • моделировать процессы эволюции лазерного излучения при его генерации и транспортировке; • проектировать конструктивные элементы систем транспортировки и наведения лазерного излучения. <p>Владеть (навыки):</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыки разработки и конструирования электронных модулей; • навыки составлять и оперировать математическими моделями распространения лазерного излучения; • навыки проектирования систем транспортировки и наведения лазерного излучения.

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Направления развития оптико-электронных средств. Физические основы и материалы оптоэлектроники	1	1-6	6	12	6	24	12 / 50	рейтинг-контроль №1
2	Функциональные и структурные схемы оптико-электронных приборов и систем	1	7-12	6	12	6	24	10 / 42	рейтинг-контроль №2
3	Технологические процессы изготовления и контроля оптико-электронных блоков, узлов и деталей лазерных систем и комплексов	1	13-18	6	12	6	24	8 / 33	рейтинг-контроль №3

Всего за 1-й семестр:	1	18	18	36	18	72	30 / 42	экзамен (36)
Наличие в дисциплине КП/КР	–	–	–	–	–	–	–	–
Итого по дисциплине	1	18	18	36	18	72	30 / 42	экзамен (36)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Направления развития оптико-электронных средств. Физические основы и материалы оптоэлектроники.

Тема 1. Социально-правовые предпосылки совершенствования многоуровневой системы образования и модернизации промышленного производства.

Организационная структура предприятий. Виды производства; основной и вспомогательный производственные процессы; основные и неосновные средства оптоэлектронного производства. Электроника - область науки, техники и производства; физическая, техническая и промышленная электроника. Виды изделий, области применения и преимущества средств оптоэлектроники. Фотоника и оптроника. Виды физических полей; диапазоны электромагнитных излучений.

Тема 2. Единая теория строения вещества, фазовые состояния.

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; закон Больцмана о концентрации дефектов в кристаллических решетках. Диффузия в твердых телах; потенциальный барьер в кристалле; явления самодиффузии и гетеродиффузии; диффузионные уравнения - 1-й и 2-й законы Фика. Миграция атомов серебра в германии и кремнии.

Тема 3. Основные характеристики кристаллической структуры полупроводников; монокристаллы и поликристаллы; кристаллиты.

Типы и физическая природа межатомной связи в твердых кристаллических телах; характеристика ионной, ковалентной и металлической связей в кристаллах. Молекулярные кристаллы; природа дисперсионной, ориентационной и индукционной составляющих взаимодействия сил Ван-дер-Ваальса. Форма орбит валентных электронов в атомах: s, p, d, f, g – орбитали; зависимость координационного числа кристаллической решетки от соотношения радиусов катиона и аниона. Распределение электронной плотности ковалентной связи в атомных кристаллах; направленность и насыщенность ковалентной связи. Потенциальная энергия взаимодействия электрона с ядром атома; снижение уровня потенциального барьера в кристаллах. Принципы образования энергетических зон; физическая природа вырожденного состояния.

Раздел 2. Функциональные и структурные схемы оптико-электронных приборов и систем.

Тема 1. Функциональное назначение, структура, признаки развития поколений и составные части оптоэлектронных средств.

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; САПР.

Тема 2. Физические принципы действия оптоэлектронных приборов.

Типы межзонных и внутризонных переходов электронов с испусканием и поглощением квантов света. Генерация и рекомбинация носителей заряда; длина свободного пробега. Выпрямительные свойства ступенчатых и плавных р-п переходов; энергетическая диаграмма резкого р-п перехода. Виды обратимого и необратимого пробоя р-п переходов; вольт-амперная характеристика р-п перехода при пробое. Физическая природа составляющих обратного тока р-п перехода - теплового тока, токов термогенерации и утечки. Гетеропереходы, их структура и основные энергетические диаграммы; быстроедействие переключаемых процессов в гетеропереходах. Физическая причина формирования электрической емкости р-п перехода в запирающем и проводящем направлениях; расчет барьерной емкости; величина диффузионной емкости.

Тема 3. Биполярная и униполярная элементная база цифровых и аналоговых оптико-электронных средств.

Пассивная и активная элементная база; источники и приемники излучений. Структура и конструкция светоизлучающих и лазерных диодов. Оптическое усиление в диодах с гетеропереходом. Лазерные диоды с двойным гетеропереходом; квантово-размерные лазерные диоды. Уровни проектирования интегральных устройств – логический, схемотехнический, системотехнический, электрический, физический, топологический, программный; степень интеграции (закон Мура). Корпусные и бескорпусные микросхемы на униполярных транзисторах – МОП и КМОП-логика; микросхемы на биполярных транзисторах – РТЛ, ДТЛ, ТТЛ, ТТЛШ, ЭСЛ, ИИЛ.

Раздел 3. Технологические процессы изготовления и контроля оптико-электронных блоков, узлов и деталей лазерных систем и комплексов.

Тема 1. Виды технологических процессов изготовления изделий по организации и методам выполнения.

Рабочее место; производственный участок; цех; технологические операции, переходы, оборудование и оснастка; типовые технологические процессы. Техническое нормирование – основное и вспомогательное время; коэффициент закрепления операций; виды производства - единичный, серийный, массовый. Виды основных и вспомогательных технологических документов; карты технологического процесса – маршрутные, операционные, эскизов. Модель управления качеством продукции предприятия. Технологические процессы межсоединений - коммутационных оснований; объемный и плоскостной монтаж; технология печатного монтажа; световоды; волоконно-оптические линии связи. Лучевые методы формообразования деталей и упрочняюще-чистовой обработки. Лазерные технологии.

Тема 2. Микроэлектронные технологии в оптоэлектронике.

Группы интегральных микросхем в едином конструктивно-технологическом исполнении; серии микросхем; полупроводниковая, пленочная, гибридная и смешанная технологии изготовления. Прогресс микроэлектронных процессов производства – уменьшение контролируемых размеров топологии от 8 мкм до 10 нм. Тонкопленочные и толстопленочные групповые интегральные технологии. Технология изготовления линеек и матриц лазерных диодов.

Тема 3. Обеспечение качества изделий и экономичности оптоэлектронного производства.

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. Направления развития оптико-электронных средств. Физические основы и материалы оптоэлектроники.

Тема 1. Социально-правовые предпосылки совершенствования многоуровневой системы образования и модернизации промышленного производства.

Основные физические процессы в оптоэлектронных средах. Расчет процессов поглощения и испускания фотонов в твердых телах.

Тема 2. Единая теория строения вещества, фазовые состояния.

Характеристики и режимы функционирования оптоэлектронных приборов. Разработка схемы и расчет основных параметров фотоприемного устройства волоконно-оптической линии связи

Тема 3. Основные характеристики кристаллической структуры полупроводников; монокристаллы и поликристаллы; кристаллиты.

Оптимизация режимов функционирования. Поиск способов улучшения характеристик разработанного фотоприемника

Раздел 2. Функциональные и структурные схемы оптико-электронных приборов и систем.

Тема 1. Функциональное назначение, структура, признаки развития поколений и составные части оптоэлектронных средств.

Схемотехника одноэлементных приборов. Методики расчета основных параметров лазерного диода.

Тема 2. Физические принципы действия оптоэлектронных приборов.

Типы и характеристики оптронов. Оптроны в цифровых схемах.

Тема 3. Биполярная и униполярная элементная база цифровых и аналоговых оптико-электронных средств.

Многоэлементные приборы на примере знако-синтезирующих индикаторов.

Раздел 3. Технологические процессы изготовления и контроля оптико-электронных блоков, узлов и деталей лазерных систем и комплексов.

Тема 1. Виды технологических процессов изготовления изделий по организации и методам выполнения.

Классификация оптоэлектронных датчиков. Прецизионные сенсорные системы.

Тема 2. Микроэлектронные технологии в оптоэлектронике.

Проблемы разработки оптоэлектронных датчиков. Методика расчета и оптимизации параметров волоконно-оптической линии связи.

Тема 3. Обеспечение качества изделий и экономичности оптоэлектронного производства.

Системы оптической связи. Оптоэлектронные приборы записи и хранения информации.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Оптоэлектроника» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- *Интерактивная лекция (тема № 1.1);*
- *Групповая дискуссия (тема № 1.2);*
- *Ролевые игры (тема № 3.1);*
- *Тренинг (тема № 3.3);*
- *Анализ ситуаций (тема № 2.1);*

- Применение имитационных моделей (тема № 3.2);
- Разбор конкретных ситуаций (тема № 2.3);
- Критическое обоснование объекта и предмета научного исследования (тема № 2.2).

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

Текущий контроль успеваемости студентов

Примерное содержание вопросов к рейтинг-контролю №1

Виды физических полей; диапазоны электромагнитных излучений. Получение полупроводниковых материалов по методу Чохральского. Диффузия в твердых телах; потенциальный барьер в кристалле; явления самодиффузии и гетеродиффузии; диффузионные уравнения - 1-й и 2-й законы Фика. Распределение электронной плотности ковалентной связи в атомных кристаллах; направленность и насыщенность ковалентной связи. Принципы образования энергетических зон.

Примерное содержание вопросов к рейтинг-контролю №2

Функциональное назначение, структура и составные части оптоэлектронных средств. Этапы жизненного цикла и уровни конструктивной иерархии (входимости) оптоэлектронных средств. Признаки системности конструкции. Структура и конструкция светоизлучающих и лазерных диодов. Лазерные диоды с двойным гетеропереходом; квантово-размерные лазерные диоды. Уровни проектирования интегральных устройств – логический, схемотехнический, системотехнический, электрический, физический, топологический, программный.

Примерное содержание вопросов к рейтинг-контролю №3

Виды технологических процессов изготовления изделий по организации и методам выполнения. Виды производства - единичный, серийный, массовый. Технологические процессы межсоединений - объемный и плоскостной монтаж; технология печатного монтажа; световоды; волоконно-оптические линии связи. Лучевые методы формообразования деталей и упрочняюще-чистовой обработки. Технология изготовления линеек и матриц лазерных диодов. 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.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен).

Контрольные вопросы

1. Организационная структура предприятий. Виды производства; основной и вспомогательный производственные процессы; основные и неосновные средства оптоэлектронного производства.
2. Электроника - область науки, техники и производства; физическая, техническая и промышленная электроника. Виды изделий, области применения и преимущества средств оптоэлектроники. Фотоника и оптроника. Виды физических полей; диапазоны электромагнитных излучений.
3. 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.
4. Дефекты кристаллических решеток по Френкелю и по Шоттки; растворы внедрения и замещения; закон Больцмана о концентрации дефектов кристаллических решеток. Диффузия в твердых телах; потенциальный барьер в кристалле; явления самодиффузии и гетеродиффузии; диффузионные уравнения - 1-й и 2-й законы Фика. Причины миграции атомов серебра в германии и кремнии.
5. Основные характеристики кристаллической структуры полупроводников; монокристаллы и поликристаллы; кристаллиты. Типы и физическая природа межатомной связи в твердых кристаллических телах; характеристика ионной, ковалентной и металлической связей в кристаллах. Молекулярные кристаллы; природа дисперсионной, ориентационной и индукционной составляющих взаимодействия сил Ван-дер-Ваальса.
6. Форма орбит валентных электронов в атомах: s, p, d, f, g – орбитали; зависимость координационного числа кристаллической решетки от соотношения радиусов катиона и аниона. Распределение электронной плотности ковалентной связи в атомных кристаллах; направленность и насыщенность ковалентной связи. Потенциальная энергия взаимодействия электрона с ядром атома; снижение уровня потенциального барьера в кристаллах. Принципы образования энергетических зон; физическая природа вырожденного состояния.
7. Функциональное назначение, структура, признаки развития поколений и составные части оптоэлектронных средств.
8. 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; САПР.
9. Физические принципы действия оптоэлектронных приборов. Типы межзонных и внутризонных переходов электронов с испусканием и поглощением квантов света. Генерация и рекомбинация носителей заряда; длина свободного пробега.

10. Выпрямительные свойства ступенчатых и плавных р-п переходов; энергетическая диаграмма резкого р-п перехода. Виды обратимого и необратимого пробоя р-п переходов; вольт-амперная характеристика р-п перехода при пробое. Физическая природа составляющих обратного тока р-п перехода - теплового тока, токов термогенерации и утечки.

11. Гетеропереходы, их структура и основные энергетические диаграммы; быстродействие переключаемых процессов в гетеропереходах. Физическая причина формирования электрической емкости р-п перехода в запирающем и проводящем направлениях; расчет барьерной емкости; величина диффузионной емкости.

12. Биполярная и униполярная элементная база цифровых и аналоговых оптоэлектронных средств; пассивная и активная элементная база; источники и приемники излучений.

13. Структура и конструкция светоизлучающих и лазерных диодов. Оптическое усиление в диодах с гетеропереходом. Лазерные диоды с двойным гетеропереходом; квантово-размерные лазерные диоды.

14. Уровни проектирования интегральных устройств – логический, схемотехнический, системотехнический, электрический, физический, топологический, программный. Степень интеграции (закон Мура) и типы логики цифровых микросхем.

15. Виды технологических процессов изготовления изделий по организации и методам выполнения; рабочее место; производственный участок; цех; технологические операции, переходы, оборудование и оснастка. Типовые технологические процессы.

16. Техническое нормирование – основное и вспомогательное время; коэффициент закрепления операций; виды производства - единичный, серийный, массовый.

17. Виды основных и вспомогательных технологических документов; карты технологического процесса – маршрутные, операционные, эскизов. Модель управления качеством продукции предприятия.

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

19. Лучевые методы формообразования деталей и упрочняюще-чистовой обработки. Лазерные технологии.

20. Микроэлектронные технологии в оптоэлектронике; группы интегральных микросхем в едином конструктивно-технологическом исполнении; серии микросхем; полупроводниковая, пленочная, гибридная и смешанная технологии изготовления. Корпусные и бескорпусные микросхемы на униполярных транзисторах – МОП и КМОП-логика; микросхемы на биполярных транзисторах – РТЛ, ДТЛ, ТТЛ, ТТЛШ, ЭСЛ, ИИЛ.

21. Прогресс микроэлектронных процессов производства – уменьшение контролируемых размеров топологии от 8 мкм до 10 нм. Тонкопленочные и толстопленочные групповые интегральные технологии. Технология изготовления линеек и матриц лазерных диодов.

22. Обеспечение качества изделий и экономичности оптоэлектронного производства. 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.

Виды самостоятельной работы обучающегося, порядок их выполнения и контроля

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Оптоэлектроника» включает в себя следующие виды деятельности:

- 1) систематическое изучение учебного материала по конспектам лекций, по учебной и научной литературе;
- 2) изучение методических указаний и подготовка к практическим и лабораторным занятиям;
- 3) подготовка эссе (статьи) по индивидуальному заданию темы самостоятельного исследования;
- 4) подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации.

Темы эссе (статей) для самостоятельной работы студентов

Виды производства; основной и вспомогательный производственные процессы; основные и несобственные 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. Генерация и рекомбинация носителей заряда; длина свободного пробега. Виды обратимого и необратимого пробоя р-п переходов; вольт-амперная характеристика р-п перехода при пробое. Гетеропереходы, их структура и основные энергетические диаграммы. Модель управления качеством продукции предприятия. Микроэлектронные технологии - полупроводниковая, пленочная, гибридная и смешанная технологии изготовления. Тонкопленочные и толстопленочные групповые интегральные технологии.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
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		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890358356.html
2. Материаловедение и технологии электроники: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. И. Капустин, А. С. Сигов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 427 с.	2014		http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=416461
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		http://www.iprbookshop.ru/32823
Дополнительная литература			
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		http://www.iprbookshop.ru/13872
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		http://www.iprbookshop.ru/31256
3. Цуканов, В. Н. Волоконно-оптическая техника [Электронный ресурс] / В. Н. Цуканов, М. Я. Яковлев. - М.: Инфра-Инженерия. - 2011. - 640 с.	2011		http://znanium.com/catalog.php?item=booksearch&code=%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0#none
4. Оптические микрорезонаторы с гигантской добротностью [Электронный ресурс] / М. Л. Городецкий - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 416 с.	2011		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112833.html

7.2. Периодические издания

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

7.3. 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.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.


Практические/лабораторные занятия проводятся в лабораториях физики и компьютерных классах прикладной математики Института прикладной математики, физики и информатики ВлГУ.


Перечень используемого лицензионного программного обеспечения:

- 1) GPSS World Student Version (свободно распространяемое);
- 2) MS Word;
- 3) MS PowerPoint;
- 4) MS Visual Studio.

Рабочую программу составил Давыдов Н.Н. 
(ФИО, подпись)

Рецензент
(представитель работодателя) Тен. директор ООО "ВладимирТех" Осипов АВ 
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики и прикладной математики
Протокол № 1 от 02.09.2019 года
Заведующий кафедрой  Аракелян С.М.
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии
Протокол № 1 от 02.09.2019 года
Председатель комиссии  Аракелян С.М.
(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____
