

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
Хагуров Т.А.
подпись _____ 2023г



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.08 МАТЕРИАЛЫ И КОМПОНЕНТЫ ФОТОНИКИ

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки / специальность

11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) /специализация

Оптические системы локации, связи и обработки информации

(наименование направленности (профиля) специализации)

Программа подготовки академическая

(академическая /прикладная)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация (степень) выпускника магистр

(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины Б1.О.08 «Материалы и компоненты фотоники» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль «Оптические системы локации, связи и обработки информации»

Программу составил:

В.А. Никитин, канд. техн. наук,
доцент кафедры оптоэлектроники



подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.О.08 «Материалы и компоненты фотоники» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № от 9 г. 10.04.2023

Заведующий кафедрой оптоэлектроники
докт. техн. наук, профессор Яковенко Н.А.,



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 10 от 20.04.2023 г.

Председатель УМК ФТФ
докт. физ.-мат. наук, профессор Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

Шевченко А.В., канд. физ.-мат. наук, ведущий специалист ООО «Южная аналитическая компания»

Исаев В.А., д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры теоретической физики и компьютерных технологий

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины: состоит в обеспечении студентов в области элементной базы систем оптической связи. Основной задачей дисциплины является изучение свойств традиционных и перспективных материалов и компонентов фотоники. К их числу относятся кристаллические, стеклянные и керамические материалы, используемые в интегральной оптике, а также методика формирования интегрально-оптических структур с заданными оптическими свойствами для систем оптической связи. Формирование компетенций, связанных со знанием принципов работы, технологией изготовления и методами эксплуатации современных оптоэлектронных компонентов в инфокоммуникационных технологиях и системах связи, формирование компетенций, связанных с подготовкой студентов в области элементной базы систем оптической связи.

1.2 Задачи дисциплины: заключаются в подготовке студентов к решению профессиональных задач при составлении описания принципов действия и структуры проектируемых сетей, сооружений и оборудования, средств и услуг оптической связи. Научить студентов принципам работы, методам проектирования, изготовления и эксплуатации оптоэлектронных элементов, сетей и средств связи на основе знаний полученных при изучении материалов, применяемых при изготовлении различных компонентов оптоэлектроники и интегральной оптики.

В результате изучения настоящей дисциплины студенты получают знания, имеющие не только прикладное значение, но и являющиеся фундаментом для изучения ряда последующих специальных дисциплин и практической работы.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина Б1.О.08 «Материалы и компоненты фотоники» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных в процессе изучения дисциплин: «Оптические направляющие среды», «Современные проблемы инфокоммуникационных технологий и систем связи», «Оптоэлектроника», «Оптика».

Знания, приобретенные при изучении дисциплины «Материалы и компоненты фотоники», необходимы для обоснованного применения оптоэлектронных и квантовых приборов в оптических системах передачи и обработки информации, создания и эксплуатации современных оптоэлектронных устройств и систем связи.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных компетенций (ОПК-1; ОПК-2; ПК-3).

ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем своей профессиональной деятельности, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора.

ОПК-2 Способен реализовывать новые принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.

ПК-3 Способен проводить математическое и компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств и систем с целью оптимизации (улучшения) их параметров.

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части) | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны | | |
|--------|--------------------|---|--|--|--|
| | | | знать | уметь | владеть |
| 1. | ОКП-1 | Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем своей профессиональной деятельности, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора. | Физические и технологические основы производства материалов фотоники и интегральной оптики. | Критически и обоснованно подходить к вопросам применения материалов фотоники в конкретных схемах оптической связи. | Навыками практической работы с современным оборудованием, используемым в оптических и волоконно-оптических системах связи. |
| 2. | ОКП-2 | Способен реализовывать новые принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации. | Устройство, особенности основных характеристик и параметры компонентов фотоники, оптоэлектроники и интегральной оптики | Теоретические и экспериментальные исследования в области ИКТ и СС. | Навыками работы с современной научно-технической литературой по передовым инфокоммуникационным технологиям. |
| 3. | ПК-3 | Способен проводить математическое и компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств и систем с целью оптимизации (улучшения) их параметров. | Математическое и компьютерное моделирование для работы на фотолитографическом оборудовании μ PG-101 | Владеть навыками работы с программой AutoCAD и ее применения в процессе фотолитографии. | Графического представления результатов проведенных оптоэлектронных исследований. |

2 Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице
(для магистрантов ОФО).

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры (часы) | |
|---|--------------------------------------|-----------------|-------------|
| Контактная работа, в том числе: | | | |
| Аудиторные занятия (всего): | 34 | 34 | |
| Занятия лекционного типа | 10 | 10 | |
| Лабораторные занятия | 12 | 12 | |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) | 12 | 12 | |
| | | | |
| Иная контактная работа: | | | |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) | – | – | |
| Промежуточная аттестация (ИКР) | 0,3 | 0,3 | |
| Самостоятельная работа, в том числе: | 38 | 38 | |
| Курсовая работа | – | – | |
| Проработка учебного (теоретического) материала | 37 | 37 | |
| Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций) | – | – | |
| Реферат | – | – | |
| Подготовка к текущему контролю | 1 | 1 | |
| Контроль: | | | |
| Подготовка к экзамену | 35,7 | 35,7 | |
| Общая трудоемкость | час. | 108 | 108 |
| | в том числе контактная работа | 34,3 | 34,3 |
| | зач. ед | 3 | 3 |

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые во втором семестре 1 курса магистратуры.

| | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|-----|---|------------------|-------------------|----|----|----------------------|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | Внеаудиторная работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | СРС |
| 1. | Жидкие кристаллы и их применение в оптоэлектронике. | 9 | 2 | | | 7 |
| 2. | Методы нанесения тонких волноводных пленок на подложки. | 13 | 2 | | 4 | 7 |
| 3. | Свойства металлических пленок, используемых в оптоэлектронных приборах. | 9 | 2 | | | 7 |
| 4. | Диэлектрики, их свойства и применение в оптоэлектронике, фотонике и интегральной оптике. | 9 | 2 | | | 7 |
| 5. | Фотолитографические процессы в интегральной оптике. | 11 | | | 4 | 7 |
| 6. | Физические основы создания многослойных и заглубленных волноводов методом электростимулированной миграции ионов. | 11 | 2 | 2 | | 7 |
| 7. | Дифракционные решетки, методы изготовления и их применение в оптоэлектронике и интегральной оптике. | 13 | | 2 | 4 | 7 |
| 8. | Интегрально-оптические разветвители для оптической связи | 9 | | 2 | | 7 |
| 9. | Источники излучения для ВОЛС. | 9 | | 2 | | 7 |
| 10. | Полупроводниковые лазеры, принцип работы и конструкции. | 8 | | 2 | | 6 |
| 11. | Оптические среды. Элементы волоконной и интегральной оптики. Типы волоконных и интегральных световодов и методы их изготовления | 6 | | 2 | | 4 |
| 12. | Подготовка к экзамену | 1 | | | | 1 |
| | Итого по Дисциплине: | 108 | 10 | 12 | 12 | 74 |

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

| | Наименование раздела | Содержание раздела | Форма текущего контроля |
|----|--|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Жидкие кристаллы и их применение в оптоэлектронике. | Жидкокристаллическое состояние вещества. Жидкокристаллические фазы, расположение молекул в этих фазах. Конструкции жидкокристаллических ячеек. Методы ориентации молекул на стеклах. Оптические эффекты в жидких кристаллах. | Анкетирование, опрос, практические задания |
| 2. | Методы нанесения тонких волноводных пленок на подложки. | Осаждение металлических пленок на подложки методом термовакuumного распыления с последующим окислением. Методы катодного, магнетронного, высокочастотного и реактивного распыления. Эпитаксия, виды эпитаксии и реакторы для эпитаксии. | Анкетирование, опрос, практические задания |
| 3. | Свойства металлических пленок, используемых в оптоэлектронных приборах | Металлы и их свойства. Основные типы кристаллических решеток при кристаллизации металлов. Аллотропия. | Анкетирование, опрос, практические задания |
| 4. | Диэлектрики, их свойства и применение в оптоэлектронике, фотонике и интегральной оптике. | Поляризация диэлектриков, основные виды поляризации. Диэлектрическая проницаемость, ее зависимость от частоты и температуры. Использование диэлектрических материалов в оптоэлектронике и интегральной оптике. | Ответы на контрольные вопросы и задания. |
| 5. | Физические основы создания многослойных и заглубленных волноводов методом электростимулированной миграции ионов. | Конструкции многослойных и заглубленных интегрально-оптических волноводов. Изготовление многослойных и заглубленных канальных волноводов в стеклах методом электростимулированной миграции ионов. | Ответы на контрольные вопросы и задания. |

2.3.2 Занятия семинарского типа.

| № | Наименование раздела | Тематика практических занятий (семинаров) | Форма текущего контроля |
|----|--|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Физические основы создания многослойных и заглубленных волноводов методом электростимулированной миграции ионов. | Конструкции многослойных и заглубленных интегрально-оптических волноводов. Изготовление многослойных и заглубленных канальных волноводов в стеклах методом электростимулированной миграции ионов. | Анкетирование, опрос, практические задания |
| 2. | Дифракционные решетки, методы изготовления и их применение в оптоэлектронике и интегральной оптике. | Дифракционные решетки, методы их изготовления, их свойства и применение в оптоэлектронике и интегральной оптике. | Анкетирование, опрос, практические задания |
| 3. | Интегрально-оптические разветвители для оптической связи | Виды разветвителей, применяемых в волоконно-оптических линиях связи их достоинства и недостатки. Методы изготовления интегрально-оптических разветвителей для систем связи, их свойства и конструкции.. | Анкетирование, опрос, практические задания |
| 4 | Источники излучения для ВОЛС. | Источники излучения для ВОЛС, мощность излучения, когерентность, модулирование оптического сигнала, длина волны излучения, монохроматичность. | Анкетирование, опрос, практические задания |
| 5 | Полупроводниковые лазеры, принцип работы и конструкции. | Конструкции полупроводниковых лазеров и их преимущества. Длина волны излучения, применяемого в ВОЛС. Диодный и лазерный режим излучения, продольные и поперечные моды полупроводникового лазера. Конструкции СИД и их свойства. | Анкетирование, опрос, практические задания |

| | | | |
|---|---|--|--|
| 6 | Оптические среды. Элементы волоконной и интегральной оптики. Типы волоконных и интегральных световодов и методы их изготовления | Волоконные световоды их свойства и методы получения. Интегрально-оптические планарные и канальные волноводы, их свойства и методы изготовления. Типы волоконных и интегральных световодов. | Анкетирование, опрос, практические задания |
|---|---|--|--|

2.3.3 Лабораторные занятия.

| | Наименование лабораторных работ | Форма текущего контроля |
|----|--|------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 1. | Термическое вакуумное нанесение плёнок. | Отчет по лабораторной работе |
| 2. | Фотолитографические процессы в интегральной оптике. | Отчет по лабораторной работе |
| 3. | Изготовление и исследование амплитудных и фазовых дифракционных решеток. | Отчет по лабораторной работе |

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не запланированы.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| | вид СРС | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы |
|---|---------|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | | |

| | | |
|---|--|--|
| 1 | Проработка учебного (теоретического) материала | <p>Игнатов А.Н. Оптоэлектронные приборы и устройства: Учеб. пособие. – М.: Эко-Трендз, 2006. – 272 с.</p> <p>Киселев Г.Л. Квантовая и оптическая электроника [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 316 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/91904.</p> <p>Никитин В.А., Яковенко Н.А, Физические технологии оптоэлектроники. Лабораторный практикум. Краснодар: Кубанский гос. ун-т. 2019. 139 с.</p> <p>Никитин В.А., Яковенко Н.А. Электростимулированная миграция ионов в интегральной оптике. Краснодар. Из-во КубГУ. 2013. 245 с.</p> <p>Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. "Технология полупроводниковых диэлектрических материалов" Санкт-Петербург: Лань, 2002. С.424.</p> |
| 2 | Подготовка к практическим занятиям | <p>Игнатов А.Н. Оптоэлектронные приборы и устройства: Учеб. пособие. – М.: Эко-Трендз, 2006. – 272 с.</p> <p>Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 316 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/91904</p> <p>Оптоэлектроника. Ч. 1: Физические основы полупроводниковой оптоэлектроники. Когерентная оптоэлектроника / О. Н. Ермаков, А. Н. Пихтин, Ю. Ю. Протасов, С. А. Тарасов; под общ. ред. И. Б. Федорова. – М.: Янус-К, 2010.</p> <p>Оптоэлектроника. Ч. 2: Оптроника / О. Н. Ермаков; А. Н. Пихтин, Ю. Ю. Протасов, С. А. Тарасов; под общ. ред. И. Б. Федорова. – М.: Янус-К, 2011.</p> <p>Игнатов А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. – СПб.: Лань, 2011. – e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=684</p> |
| 3 | Подготовка к выполнению лабораторных работ | <p>Никитин В.А., Яковенко Н.А, Физические технологии оптоэлектроники. Лабораторный практикум. Краснодар: Кубанский гос. ун-т. 2019. 139 с.</p> <p>Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 316 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/91904</p> <p>Изготовление канальных волноводов в стеклах Головатенко Н.А., Никитин В.А., Новосельцев Н.Н., Тхатель А.Ш. Современные проблемы физики, биофизики и инфокоммуникационных технологий, коллективная монография. Выпуск 7 / Авторская редакция. – Краснодар: ЦНТИ, 2018 С. 38-48.</p> |

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

Для проведения лекционных и практических занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого (компьютеры, проекторы, интерактивные презентации, тренировочные тесты, моделирование работы оптоэлектронных устройств), позволяющие воспринимать особенности изучаемой профессии.

| Семестр | Вид занятия | Образовательные технологии | Количество часов |
|---------|----------------------|---|------------------|
| 2 | Лекции | Интерактивная лекция с мультимедийной системой. | 10 |
| | Практические работы | Индивидуальное выполнение практических заданий. | 12 |
| | Лабораторные занятия | Индивидуальное выполнение лабораторных заданий. | 12 |
| Итого: | | | 34 |

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Оперативный контроль осуществляется путем проведения компьютерных опросов студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины. При проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы к разделам:

Раздел 1

Что такое жидкокристаллическое состояние вещества?

Какие жидкокристаллические фазы существуют, каково расположение молекул в этих фазах?

Конструкции жидкокристаллических ячеек.

Как ориентируются молекулы ЖК на поверхности стекол?

Оптические эффекты в жидких кристаллах.

Раздел 2.

Сформулируйте метод термического вакуумного осаждения металлических пленок.

Что такое температура испарения веществ?

Как зависит длина свободного пробега испаренных частиц от величины вакуума?

Сформулируйте законы Ламберта-Кнудсена и их применение в процессе термовакuumного распыления пленок.

Раздел 3.

Какими основными свойствами обладают металлы?

Какие основные типы кристаллических решеток у металлов при их кристаллизации?

Что такое аллотропия?

Раздел 4.

Что такое поляризация диэлектриков, основные виды поляризации?

Что такое диэлектрическая проницаемость, как она зависит от частоты и температуры?

Где используются диэлектрические материалы в оптоэлектронике и интегральной оптике?

Раздел 5.

Какие существуют конструкции многослойных и заглубленных интегрально-оптических волноводов?

Как осуществляется изготовление многослойных и заглубленных канальных волноводов в стеклах?

Какими отличительными свойствами обладают заглубленные и многослойные волноводы?

Раздел 6.

Изготовление многослойных и заглубленных канальных волноводов в стеклах методом электростимулированной миграции ионов.

Каковы преимущества и недостатки метода электростимулированного ионного обмена?

Каковы этапы изготовления заглубленных канальных волноводов?

Раздел 7.

Что представляют собой дифракционные решетки?

Каковы методы изготовления дифракционных решеток?

Какими свойствами обладают дифракционные решетки и где применяются в оптоэлектронике и интегральной оптике?

Раздел 8.

Какие виды разветвителей, применяются в волоконно-оптических линиях связи?

Какими достоинствами и недостатками они обладают?

Методы изготовления интегрально-оптических разветвителей для систем связи, их свойства и конструкции

Раздел 9.

Какие источники излучения используются в ВОЛС?

Какие основные параметры этих источников излучения?

Какие источники света используются в оптоэлектронных датчиках физических величин?

Раздел 10.

Конструкции типовых полупроводниковых лазеров

Каковы спектральные характеристики полупроводниковых лазеров?

Диаграммы направленности полупроводниковых лазеров.

Раздел 11.

Какими свойствами должны обладать интегрально-оптические канальные волноводы?

Какими свойствами обладают кварцевые световоды?

Какие окна прозрачности у кварцевого стекла?

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Итоговый контроль осуществляется в виде экзамена в конце 2 семестра. На экзамене студентам предлагается ответить на 2 вопроса в билете по материалам учебной дисциплины. По итогам ответа на экзамене преподаватель оценивает знания студента. Экзамен является итогом дисциплины.

Вопросы к экзамену для магистрантов по дисциплине «Материалы и компоненты фотоники» Физико-технического факультета.

1. Что такое жидкокристаллическое состояние вещества?
2. Какие жидкокристаллические фазы существуют, каково расположение молекул в этих фазах?
3. Конструкции жидкокристаллических ячеек.
4. Жидкокристаллические ячейки. Методы изготовления прозрачных электродов.
5. Как проводится ориентация молекул ЖК на поверхности стекол?
6. Оптические эффекты в жидких кристаллах.
7. Сформулируйте метод термического вакуумного осаждения металлических пленок.
8. Что такое температура испарения веществ?
9. Как зависит длина свободного пробега испаренных частиц от величины вакуума?
10. Какими основными свойствами обладают металлы?
11. Какие основные типы кристаллических решеток у металлов при их кристаллизации?
12. Что такое аллотропия?
13. Что такое поляризация диэлектриков, основные виды поляризации?
14. Что такое диэлектрическая проницаемость, как она зависит от частоты и температуры для полярных и неполярных диэлектриков?
15. Где используются диэлектрические материалы в оптоэлектронике и интегральной оптике?
16. Какие существуют конструкции многослойных и заглубленных интегрально-оптических волноводов?
17. Как осуществляется изготовление многослойных и заглубленных канальных волноводов в стеклах?
18. Какими отличительными свойствами обладают заглубленные и многослойные волноводы?
19. Изготовление многослойных и заглубленных канальных волноводов в стеклах методом электростимулированной миграции ионов.
20. Каковы преимущества и недостатки метода электростимулированного ионного обмена?
21. Каковы этапы изготовления заглубленных канальных волноводов?
22. Что представляют собой дифракционные решетки?
23. Каковы методы изготовления дифракционных решеток?
24. Какими свойствами обладают дифракционные решетки и где применяются в оптоэлектронике и интегральной оптике?
25. Какие виды разветвителей, применяются в волоконно-оптических линиях связи?
26. Сплавные разветвители оптических сигналов. Достоинства и недостатки сплавных разветвителей.
27. Какими достоинствами и недостатками они обладают?
28. Методы изготовления интегрально-оптических разветвителей для систем связи, их свойства и конструкции
29. Какие источники излучения используются в ВОЛС?

30. Какие основные параметры этих источников излучения?
31. Какие источники света используются в оптоэлектронных датчиках физических величин?
32. Конструкции типовых полупроводниковых лазеров
33. Каковы спектральные характеристики полупроводниковых лазеров?
34. Диаграммы направленности полупроводниковых лазеров.
35. Какими свойствами должны обладать интегрально-оптические канальные волноводы?
36. Какими свойствами обладают кварцевые световоды?
37. Какие окна прозрачности у кварцевого стекла?

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с индивидуальными особенностями,
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Игнатов А.Н. Оптоэлектронные приборы и устройства: Учеб. пособие. – М.: Эко-Трендз, 2006. – 272 с.
2. Киселев Г.Л. Квантовая и оптическая электроника [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 316 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91904>.
3. Никитин В.А., Яковенко Н.А. Физические технологии оптоэлектроники. Лабораторный практикум. Краснодар: Кубанский гос. ун-т. 2019. 139 с.
4. Никитин В.А., Яковенко Н.А. Электростимулированная миграция ионов в интегральной оптике. Краснодар. Из-во КубГУ. 2013. 245 с.

5. Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. "Технология полупроводниковых диэлектрических материалов" Санкт-Петербург: Лань, 2002. С.424.4. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. - СПб.: Лань 2011.– e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=684

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература:

1. Киселев Г.Л. Квантовая и оптическая электроника [Электронный ресурс]: учеб. пособие –Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017– 316 с.– Режим доступа: <https://e.lanbook.com/bookW91904>
2. Звелто О. Принципы лазеров. – СПб-М.–Краснодар: Лань, 2008. – 720 с.
3. Мусаев Э. С. Оптоэлектронные устройства на полупроводниковых излучателях / Э. С. Мусаев. – М.: Радио и связь: [Горячая линия-Телеком], 2004. – 205 с.
4. Оптоэлектроника. Ч. 1: Физические основы полупроводниковой оптоэлектроники Когерентная оптоэлектроника / О. Н. Ермаков, А. Н. Пихтин, Ю. Ю. Протасов, С. А. Тарасов; под общ. ред. И. Б. Федорова. – М.: Янус-К, 2010. – 699 с.
5. Оптоэлектроника. Ч. 2: Оптроника / О. Н. Ермаков, А. Н. Пихтин, Ю. Ю. Протасов, С. А. Тарасов; под общ. ред. И. Б. Федорова. – М.: Янус-К, 2011. – 611 с.
6. Коледов Л. А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2008.

5.3. Периодические издания:

1. Журнал «Фотон-экспресс» /www.fotonexpress.ru /.
2. Журнал «Lightwave Russian Edition» / www.lightwave-russia.com/ .
3. Журнал «Вестник связи» /www.vestnik-sviazy.ru /.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. <http://www.kubsu.ru/ru/department/library/resources/>
2. <http://www.rubricon.com/>.
3. <http://window.edu.ru/window>.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

| № Темы | Тема или задание текущей работы | Кол-во часов | Форма представления результатов | Сроки выполнения (недели) |
|--------|---|--------------|-----------------------------------|---------------------------|
| 1. | Жидкие кристаллы и их применение в оптоэлектронике. | 8 | Устный ответ, текстовый документ. | 1 |
| 2. | Методы нанесения тонких волноводных пленок на подложки. | 8 | Устный ответ, текстовый документ | 2 |

| | | | | |
|-----|---|----|-----------------------------------|----|
| 3. | Свойства металлических пленок, используемых в оптоэлектронных приборах | 8 | Устный ответ, текстовый документ. | 1 |
| 4. | Диэлектрики, их свойства и применение в оптоэлектронике, фотонике и интегральной оптике. | 8 | Устный ответ, текстовый документ. | 2 |
| 5. | Физические основы создания многослойных и заглубленных волноводов методом электростимулированной миграции ионов. | 8 | Устный ответ, текстовый документ. | 2 |
| 6. | Физические основы создания многослойных и заглубленных волноводов методом электростимулированной миграции ионов. | 8 | Устный ответ, текстовый документ. | 2 |
| 7. | Дифракционные решетки, методы изготовления и их применение в оптоэлектронике и интегральной оптике. | 8 | Устный ответ, текстовый документ. | 2 |
| 8. | Интегрально-оптические разветвители для оптической связи | 8 | Устный ответ, текстовый документ. | 1 |
| 9. | Источники излучения для ВОЛС. Полупроводниковые лазеры, принцип работы и параметры. | 8 | Устный ответ, текстовый документ. | 1 |
| 10. | Оптические среды. Элементы волоконной и интегральной оптики. Типы волоконных и интегральных световодов и методы их изготовления | 2 | Устный ответ, текстовый документ. | 1 |
| | <i>Итого</i> | 74 | | 15 |

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

Лекции: интерактивная лекция с мультимедийной системой с активным вовлечением студентов в учебный процесс и обратной связью.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

Программное обеспечение в рамках компании Microsoft «Enrollment for Education Solutions» для компьютеров и серверов Кубанского государственного университета и его

филиалов, Антивирусная защита физических рабочих станций и серверов: kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

| № | Вид работ | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность |
|----|--|--|
| 1. | Лекционные занятия | Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО). |
| 2. | Семинарские занятия | Специальное помещение, оснащенное презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО). |
| 3. | Лабораторные занятия | Лаборатория №144С, Оборудование вакуумного напыления металлических пленок (ВУП-5, АдьфаН-1, УВР-3М); оборудование для изучения процесса фотолитографии (установки нанесения фоторезиста SPIN-1200Т, SPIN-1200D, установка совмещения и экспонирования 830-II, комплекс лазерной безмасковой литографии μPG101). |
| 4. | Текущий контроль, промежуточная аттестация | Аудитория, (кабинет) укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения |
| 5. | Самостоятельная работа | Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. |