

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Т.А. Хагуров



подпись
« 30 » мая 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.05
ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ И КВАНТОВЫЕ ПРИБОРЫ

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

(код и наименование направления подготовки)

Направленность (профиль)

Оптические системы и сети связи

(наименование направленности (профиля))

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация бакалавр

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины “Б1.В.05 Оптоэлектронные и квантовые приборы” составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки “11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи”.

Программу составил:

Яковенко Николай Андреевич, профессор кафедры оптоэлектроники, д.т.н.

Рабочая программа дисциплины “Оптоэлектронные и квантовые приборы” утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники КубГУ протокол № 10 «22» апреля 2025 г.

И. о. заведующего кафедрой оптоэлектроники Векшин М.М.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета КубГУ

протокол № 11 «29» апреля 2025 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.

Рецензенты:

Галуцкий Валерий Викторович, профессор кафедры теоретической физики и компьютерных технологий, д.ф.-м.н.

Шевченко Александр Владимирович, ведущий специалист ООО «Южная аналитическая компания», к.ф.-м.н.

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины: формирование компетенций, связанных со знанием принципов работы, технологией изготовления и методами эксплуатации современной радиоэлектронной и оптоэлектронной аппаратуры в инфокоммуникационных технологиях и системах связи.

1.2 Задачи дисциплины: научить студентов принципам работы, методам проектирования, изготовления и эксплуатации оптоэлектронных элементов, сетей и средств связи.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Оптоэлектронные и квантовые приборы» относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного плана по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль подготовки «Оптические системы и сети связи».

Дисциплина базируется на знаниях, полученных по дисциплинам электричество и магнетизм, оптика, электроника, химия. Знания, приобретенные при изучении дисциплины «Оптоэлектронные и квантовые приборы», 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 (ПК-2,1, ПК-2,2, Пк-2,3, ПК-6,1, ПК-6,2, ПК-6,3).

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-2,1, ПК-2,2, Пк-2,3	Осуществляет проведение работ по обработке и анализу	принципы оптоэлектронного преобра-	применять полученные теоретические	навыками эксплуатации современных

№ п.п.	Индекс компе- тенции	Содержание компе- тенции (или её ча- сти)	В результате изучения учебной дисциплины обу- чающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		научно-технической информации и результатов исследований Осуществляет выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок Подготавливает элементы документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов работ	зования и физические основы работы оптоэлектронных и квантовых приборов для оптических сетей и систем связи.	знания к практическому взаимодействию с объектами оптоэлектронной техники для обработки и передачи информации в оптических и волоконно-оптических системах связи.	оптоэлектронных и квантовых приборов и оборудования, используемого в оптических и волоконно-оптических системах связи.
2.	ПК-6,1, ПК-6,2, ПК-6,3	Осуществляет сбор исходных данных, определяет задачи, решаемые с помощью объекта, системы связи (телекоммуникационной системы), и ожидаемые результаты его использования Формирует требования и варианты концепций схемы организации связи объекта, системы связи (телекоммуникационной системы) Осуществляет обоснование выбора информационных технологий, предварительных технических решений по объекту, системе связи (телекоммуникационной системе) и ее компонентам, оборудования и программного обеспечения	принципы работы, основные свойства и технологию изготовления элементной базы средств и сетей оптической и волоконно-оптической связи.	собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей оптической связи и их элементов.	навыками эксплуатации современной физической, технологической и оптоэлектронной аппаратуры оптических и волоконно-оптических систем и сетей связи.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
Аудиторные занятия (всего)	52	7
В том числе:		
Занятия лекционного типа	20	7
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	32	7
Самостоятельная работа (всего)	92	7
В том числе:		
СРС	52	7
Контроль	40	
Вид промежуточной аттестации (экзамен), зачет	Экзамен, зачет	7
Общая трудоемкость	час	144
	зач. ед.	4

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре (для студентов ОФО)

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Оптоэлектроника, предметы изучения оптоэлектроники, Основы оптоэлектроники.	10	2			8

2.	Физические основы и принцип действия полупроводниковых светоизлучающих диодов (СИД).	12	2	2		8
3.	Физические основы работы полупроводниковых лазерных диодов (ЛД). Области применения полупроводниковых лазеров.	16	2	2	4	8
4.	Фотоприемники, принцип работы фотоприемников. Классификация фотоприемников, используемых в оптоэлектронике. ФЭП.	16	2	2	4	8
5.	Оптические среды. Элементы волоконной и интегральной оптики. Типы волоконных световодов и методы их изготовления	18	2	2	4	10
6.	Интегральная оптика функциональные и прикладные аспекты. Элементная база интегральной оптики, области использования и преимущества интегральной оптики.	12	2			10
7.	Физические основы модуляции света, способы осуществления модуляции оптического излучения в оптоэлектронике.	18	2	2	4	10
8.	Материалы подложек интегрально-оптических схем. Технология изготовления интегрально-оптических волноводов и волноводных структур на поверхности подложек.	14	2	2		10
9.	Методы изготовления интегрально-оптических волноводов и волноводных структур в подложках.	14	2	2		10
10.	Изготовление интегрально-оптических элементов методом электростимулированной миграции ионов.	14	2	2		10
<i>Итого по дисциплине:</i>		144	20	16	16	92

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Оптоэлектроника, предметы изучения оптоэлектроники, Основы оптоэлектроники.	Шкала электромагнитных колебаний и область в ней, которую использует оптоэлектроника. Электроны и фотоны как носители информации. Принципы оптоэлектронного преобразования. Классификация источников света и требования к ним в оптоэлектронике.	Ответы на контрольные вопросы и задания.
2.	Физические основы и принцип действия полупроводниковых светоизлучающих диодов (СИД).	Физические основы и принцип действия инжекционных источников света. Спектральные характеристики СИД. Вольтамперные характеристики СИД. Конструкции СИД и их диаграммы направленности. Применение СИД в устройствах отображения знакобуквенной информации. Светодиодные модули для работы с волоконно-оптическими линиями связи.	Ответы на контрольные вопросы и задания.
3.	Физические основы работы полупроводниковых лазерных диодов (ЛД). Области применения полупроводниковых лазеров.	Условия генерации лазерным диодом (ЛД) когерентного излучения, условие инверсионной населенности. Коэффициент усиления и его связь с параметрами ЛД. Квантовая эффективность и к.п.д. лазера. Ватт-амперная характеристика и ее описание. Применение лазеров в принтерах и CD-ROM. Лазеры в медицинской диагностической аппаратуре.	Ответы на контрольные вопросы и задания.
4.	Фотоприемники, принцип работы фотоприемников. Классификация фотоприемников, используемых в оптоэлектронике.	Физические основы работы фотоприемников. Классификация фотонных детекторов. Вольтамперные характеристики фоторезисторов. Фотовольтаические приемники и преобразователи солнечной энергии. Типовые структуры быстродействующих pin фотодиодов. Спектральные характеристики фотоприемников.	Ответы на контрольные вопросы и задания.
5.	Оптические среды. Элементы волоконной и интегральной оптики. Конструкции и типы воло-	Оптические среды. Элементы волоконной и интегральной оптики. Физические основы прохождения излучения через волоконный световод. Типы и конструкции световодов, характеристики	Ответы на контрольные вопросы и задания. Написание реферата.

	конных световодов.	их потерь, входная и числовая апертура. Прохождение излучения через световоды с градиентными профилями показателя преломления. Передача нерегулярной и регулярной информации через жгуты световодов. Элементы конструкций волоконно-оптического кабеля. Применение световодов в ВОЛС, медицине и обработке информации. Световодные моды. Оценка числа мод. Условие для одномодового световода.	
6.	Интегральная оптика функциональные и прикладные аспекты. Элементная база интегральной оптики, области использования и преимущества интегральной оптики.	Интегральная оптика функциональные и прикладные аспекты. Типы диэлектрических микроволноводов. Особенности распространения излучения в диэлектрическом микроволноводе	Ответы на контрольные вопросы и задания.
7.	Оптроны, их классификация, свойства и области применения.	Элементарный оптрон как структурный элемент микро- и оптоэлектроники. Схемные конфигурации элементарных оптронов. Оptron с прямой оптической связью. Применение оптронов в цифровых и аналоговых схемах, устройствах коммутации, дешифраторах, преобразователях кодов.	Ответы на контрольные вопросы и задания.
8.	Физические основы модуляции света, способы осуществления модуляции оптического излучения в оптоэлектронике.	Основы модуляции оптических сигналов, физические основы электрооптического эффекта. Электрооптические модуляторы и переключатели сигналов. Физические основы построения и конструкции акустооптических модуляторов. Физические основы построения акустооптических переключателей оптических сигналов. Магнитооптические эффекты и принципы построения модуляторов и переключателей света.	Ответы на контрольные вопросы и задания.
9.	Материалы подложек интегрально-оптических схем. Технология изготовления интегрально-оптических волноводов и волноводных структур на поверхности подложек.	Материалы, используемые для подложек интегрально-оптических схем. Гибридный и монокристаллический подход. Кристаллохимическое описание строения стекол. Возможности использования стекол в качестве подложек оптических интегральных схем. Ниобат и тантал лития и их применение в интегральной оптике и оптоэлектронике. Технология изготовления планарных	Ответы на контрольные вопросы и задания. Написание реферата.

		интегрально-оптических волноводов на поверхности подложки.	
10.	Методы изготовления интегрально-оптических волноводов и волноводных структур в подложках.	Методы изготовления планарных интегрально-оптических волноводов в подложках. Физические основы изготовления оптических волноводов методом твердотельной диффузии. Физические основы изготовления оптических волноводов методом ионного обмена.	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	Оптоэлектроника, предметы изучения оптоэлектроники, Основы оптоэлектроники.		
2.	Физические основы и принцип действия полупроводниковых светоизлучающих диодов (СИД).	Физические основы и принцип действия инжекционных источников света. Требования к материалам для светоизлучающих диодов. Спектральные характеристики, конструкции и диаграммы направленности СИД.	Ответы на контрольные вопросы и задания; контрольные работы; практические задания; тестирование.
3.	Физические основы работы полупроводниковых лазерных диодов (ЛД). Области применения полупроводниковых лазеров.	Принцип работы, условие инверсионной населённости, коэффициент усиления, квантовая эффективность, к.п.д., ватт-амперная характеристика. РОС и РБО-лазеры. Применение лазеров в принтерах и оптических дисках. Лазеры в медицинской и диагностической аппаратуре.	Ответы на контрольные вопросы и задания; контрольные работы; практические задания; тестирование.
4.	Фотоприемники, принцип работы фотоприемников. Классификация фотоприемников, используемых в оптоэлектронике.	Физические основы работы ФП. Классификация фотонных детекторов. Фоторезисторы. Фотодиоды. Вольт-амперные характеристики ФП. Спектральные характеристики фотоприёмников. Фотовольтаические приёмники и преобразователи солнечной энергии. Pin-фотодиоды. Лавинные фотодиоды. Принцип действия и устройство фото-ПЗС.	Ответы на контрольные вопросы и задания; контрольные работы; практические задания; тестирование.
5.	Оптические среды. Эле-	Принцип работы световодов. Основ-	Ответы на кон-

	менты волоконной и интегральной оптики. Конструкции и типы волоконных световодов.	ные характеристики световодов. Механизм образования мод. Многомодовые и одномодовые световоды. Изготовление оптических кварцевых волокон. Применения световодов: эндоскопы, датчики физических величин.	трольные вопросы и задания; контрольные работы; практические задания; тестирование.
6.	Интегральная оптика функциональные и прикладные аспекты. Элементная база интегральной оптики, области использования и преимущества интегральной оптики.		
7.	Оптроны, их классификация, свойства и области применения.		
8.	Физические основы модуляции света, способы осуществления модуляции оптического излучения в оптоэлектронике.	Основы модуляции оптических сигналов, физические основы электрооптического эффекта. Электрооптические модуляторы и переключатели сигналов. Выполнение математических операций с помощью модуляторов оптических сигналов.	Ответы на контрольные вопросы и задания; контрольные работы; практические задания; тестирование.
9.	Материалы подложек интегрально-оптических схем. Технология изготовления интегрально-оптических волноводов и волноводных структур на поверхности подложек.	Технология осаждения металлических, диэлектрических и полупроводниковых пленок. Термическое вакуумное нанесение диэлектрических пленок. Ионно-плазменные методы осаждения пленок, диодная, триодная, высокочастотная схемы. Реактивное нанесение диэлектрических пленок. Эпитаксия, виды эпитаксии, методы проведения эпитаксии.	Подготовка докладов и выступление по теме изучаемого раздела.
10.	Методы изготовления интегрально-оптических волноводов и волноводных структур в подложках.	Физические основы изготовления оптических волноводов методом твердотельной диффузии. Физические основы изготовления оптических волноводов методом ионного обмена. Имплантация ионов, уменьшение концентрации носителей электрического тока в полупроводниках, волноводы, получаемые электрооптическим эффектом.	Подготовка докладов и выступление по теме изучаемого раздела.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Физические основы и принцип действия полупроводниковых светоизлучающих диодов (СИД). Физические основы работы полупроводниковых лазерных диодов (ЛД).	Исследование характеристик полупроводниковых излучателей.	Отчёт по выполненной работе, ответы на контрольные вопросы и задания
2.	Фотоприемники, принцип работы фотоприемников. Классификация фотоприемников, используемых в оптоэлектронике.	Фотоэлектрические преобразователи.	Отчёт по выполненной работе, ответы на контрольные вопросы и задания
3.	Физические основы модуляции света, способы осуществления модуляции оптического излучения в оптоэлектронике.	Акустооптические модуляторы.	Отчёт по выполненной работе, ответы на контрольные вопросы и задания
4.	Материалы подложек интегрально-оптических схем. Технология изготовления интегрально-оптических волноводов и волноводных структур на поверхности подложек.	Термическое вакуумное нанесение металлических пленок. Изучение основ фотолитографии. Изготовление и исследование зонных пластинок Френеля.	Отчёт по выполненной работе, ответы на контрольные вопросы и задания

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)

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Разделы 1 –7.	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. 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.
2.	Разделы 8 –10.	Никитин В. А. Физические технологии оптоэлектроники: лабораторный практикум / В. А. Никитин, Н. А. Яковенко, Краснодар, 2019. – 139 с. Электростимулированная миграция ионов в интегральной оптике / В. А. Никитин, Н. А. Яковенко. 3-е изд. доп. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2013. 245 с. Коледов Л. А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2008. – 400 с.

3. Образовательные технологии

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

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

1. Шкала электромагнитных колебаний и область в ней, которую использует оптоэлектроника.
2. Электроны и фотоны как носители информации.
4. Принципы оптоэлектронного преобразования.
5. Классификация источников света и требования к ним в оптоэлектронике.
6. Физические основы и принцип действия инжекционных источников света..
7. Конструкции типовых светоизлучающих диодов (СИД).
8. Коэффициент инжекции и его связь с характеристиками материалов, входящих в структуру р-п-перехода СИД.
9. Спектральные характеристики СИД.
10. Вольтамперные характеристики СИД. Температурные зависимости излучения СИД.
11. Конструкции СИД и их диаграммы направленности.
12. Применение СИД в устройствах отображения знако-буквенной информации.
13. Светодиодные модули для работы с волоконно-оптическими линиями связи.
14. Условия генерации лазерным диодом (ЛД) когерентного излучения, условие инвер-

сионной населенности.

15. Коэффициент усиления и его связь с параметрами ЛД.
16. Квантовая эффективность и к.п.д. лазера.
17. Ватт-амперная характеристика и ее описание.
18. Характеристики резонатора Фабри-Перо.
19. Применение лазеров в принтерах и оптических дисках. Лазеры в медицинской диагностической аппаратуре.
20. Физические основы работы фотоприемников (ФП).
21. Классификация фотонных детекторов.
22. Фоторезисторы (ФР).
23. Фотодиоды (ФД).
24. Вольтамперные характеристики ФР.
25. Фотовольтаические приемники и преобразователи солнечной энергии.
26. Типовые структуры быстродействующих ррн фотодиодов.
27. Спектральные характеристики фотоприемников.
28. Принцип действия и устройство ФОТО-ПЗС. Оптические среды. Элементы волоконной и интегральной оптики.
29. Физические основы прохождения излучения через волоконный световод.
30. Типы и конструкции световодов, характеристики их потерь, входная и числовая апертура.
31. Прохождение излучения через световоды с градиентными профилями показателя преломления.
32. Светопропускание прямого световода с прямыми торцами.
33. Передача нерегулярной и регулярной информации через жгуты световодов. Элементы конструкций волоконно-оптического кабеля.
34. Основные методы изготовления единичных световодов и жгутов световодов. Применение световодов в ВОЛС, медицине и обработке информации.
35. Интегральная оптика функциональные и прикладные аспекты.
36. Типы диэлектрических микроволноводов.
37. Особенность распространения излучения в диэлектрическом микроволноводе.
38. Элементарный оптрон как структурный элемент микро- и оптоэлектроники.
39. Схемные конфигурации элементарных оптронов.
40. Оптод с прямой оптической связью. Применение оптронов в цифровых и аналоговых схемах, устройствах коммутации, дешифраторах, преобразователях кодов.
41. Кристаллохимическое описание строения стекол. Возможности использования стекол в качестве подложек оптических интегральных схем.
42. Кварцевое стекло, его свойства и возможности применения в интегральной оптике.
43. Ниобат и танталат лития и их применение в интегральной оптике и оптоэлектронике.
44. Технология изготовления планарных интегрально-оптических волноводов на поверхности подложки.
45. Термическое вакуумное нанесение плёнок. Преимущества и недостатки метода.
46. Ионно-плазменное напыление тонких плёнок. Диодная и триодная схемы. Преимущества и недостатки использования этих схем.
47. Магнетронное распыление плёнок.
48. Высокочастотное и реактивное распыление плёнок.
49. Эпитаксия. Виды эпитаксии и способы проведения эпитаксии.
50. Методы изготовления планарных интегрально-оптических волноводов в подложках.
51. Физические основы изготовления оптических волноводов методом твердотельной диффузии.
52. Физические основы изготовления оптических волноводов методом ионного обмена.

53. Материалы, применяемые при изготовлении оптических волноводов методом твердотельной диффузии и ионного обмена. Свойства получаемых волноводов.
54. Получение интегрально-оптических волноводов имплантацией ионов и их свойства.
55. Получение интегрально-оптических волноводов с помощью уменьшения концентрации носителей и электрооптического эффекта.
56. Технология изготовления интегрально-оптических канальных волноводов.
57. Фотолитография. Последовательность операций в процессе фотолитографии.
58. Виды фоторезистов и способы их нанесения. Основные параметры фоторезистов.
59. Изготовление интегрально-оптических элементов методом электростимулированной миграции ионов.
60. Физические основы создания волноводов методом электростимулированной миграции ионов
61. Основы модуляции оптических сигналов, физические основы электрооптического эффекта.
62. Электрооптические модуляторы и переключатели сигналов.
63. Выполнение математических операций с помощью модуляторов оптических сигналов.
64. Физические основы построения и конструкции акустооптических модуляторов.
65. Физические основы построения акустооптических переключателей оптических сигналов.
66. Магнитооптические эффекты и принципы построения модуляторов и переключателей света.
67. Световодные моды. Оценка числа мод. Условие для одномодового световода. Различные типы световодов.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

1. Современная оптоэлектроника. Электроны и фотоны как носители информации. Области применений, преимущества и особенности оптоэлектроники.
2. Принцип работы светоизлучающих диодов. Прямозонные и непрямозонные материалы для оптоэлектроники.
3. Полупроводниковые лазеры. Принцип работы. Продольные и поперечные моды. Условие образования инверсии населенности. Основные характеристики п/п лазеров.
4. Зонная диаграмма гетеропереходов. Подбор полупроводниковых материалов для гетероструктур. Особенности работы лазеров на двойной гетероструктуре.
5. Принцип работы световодов. Основные характеристики световодов. Механизм образования мод. Многомодовые и одномодовые световоды. Применения световодов.
6. Потери в световодах.
7. Ступенчатые и градиентные световоды. Материальная дисперсия. Внутримодовая дисперсия. Дисперсионные характеристики кварцевых световодов.
8. Классификация фотоприемников. Действие излучения на р/п переход. Вольтамперная характеристика полупроводниковых фотодиодов. Гальванический и диодный режимы работы фотодиода.
9. Лавинные и pin-фотодиоды.
10. Принцип работы фотоэлектрических преобразователей. Основные характеристики кремниевых солнечных преобразователей.
11. Акустооптический эффект. Акустооптические модуляторы, дефлекторы и их применение.
12. Электрооптический эффект. Электрооптические модуляторы и их применение.

13. Материалы, используемые для подложек интегрально-оптических схем. Гибридный и монокристаллический подход.
14. Кристаллохимическое описание строения стекол.
15. Технология изготовления планарных интегрально-оптических волноводов на поверхности подложки.
16. Ионно-плазменное напыление тонких плёнок. Диодная и триодная схемы.
17. Магнетронное распыление плёнок.
18. Высокочастотное и реактивное распыление плёнок.
19. Термическое вакуумное нанесение плёнок.
20. Методы изготовления планарных интегрально-оптических волноводов в подложках.
21. Технология изготовления интегрально-оптических канальных волноводов.
22. Изготовление интегрально-оптических элементов методом электро-стимулированной миграции ионов (физические основы, технологические приемы).
23. Волоконные световоды, их свойства и основные технологические методы их изготовления.
24. Материалы, используемые при изготовлении оптических волокон.
25. Фотолитография. Последовательность операций в процессе фотолитографии.
26. Виды фоторезистов и способы их нанесения. Основные параметры фоторезистов.
27. Волоконные разветвители оптических сигналов.
28. Интегрально-оптические разветвители, типы, конструкции, способы изготовления.
29. Технология изготовления и исследование интегрально-оптических разветвителей.
30. Методы изготовления микролинз и матриц микролинз.

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.: Экотрендз, 2006.
2. Прохоров В.П. Волноводная оптоэлектроника: лабораторный практикум / В.П. Прохоров, Н.А. Яковенко. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2005.
3. Дудкин В.И. Квантовая электроника. Приборы и их применение: Учеб. пособие – М.: Техносфера, 2006.
4. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. – СПб.: Лань, 2011. – e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=684
5. Портнов Э. Л. Принципы построения первичных сетей и оптические кабельные линии связи. – М.: Горячая линия – Телеком, 2009.
6. Звелто О. Принципы лазеров. – СПб-М.-Краснодар: Лань. 2008.
7. Никитин В. А. Электростимулированная миграция ионов в интегральной оптике / В. А. Никитин, Н. А. Яковенко. 3-е изд. доп. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2013.
8. Физические технологии интегральной оптики: лабораторный практикум /В. А. Никитин, Н. А. Яковенко, Краснодар, 2019.

5.2 Дополнительная литература:

1. Твёрдотельная фотоэлектроника. Физические основы / А. М. Филачёв, И. И. Таубкин, М. А. Трищенко – М.: Физматкнига, 2007.
2. Розеншер Э., Винтер Б. Оптоэлектроника. Перевод с французского. – М.: Техносфера, 2006.

3. Гитин В. Я. Волоконно-оптические системы передачи. – М.: Радио и связь, 2003
4. Портнов Э. Л. Оптические кабели связи и пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи / Э. Л. Портнов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007.
5. Коледов Л. А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2008.
6. 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.
7. 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.

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

Журналы Фотоника, Квантовая электроника, Оптический журнал, Автометрия.
 Журнал «Фотон-экспресс» / www.fotonexpress.ru/.
 Журнал «Lightwave Russian Edition» / www.lightwave-russia.com/.
 Журнал «Вестник связи» / www.vestnik-svyazy.ru/.
<http://www.kubsu.ru/University/library/resources/>
<http://www.rubricon.com/>.
<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.	Оптоэлектроника, предметы изучения оптоэлектроники, Основы оптоэлектроники.	2	Устный ответ, текстовый документ.	1
2.	Физические основы и принцип действия полупроводниковых светоизлучающих диодов (СИД).	2	Текстовый документ.	1
3.	Физические основы работы полупроводниковых лазерных диодов (ЛД). Области применения полупроводниковых лазеров.	4	Устный ответ, текстовый документ.	2
4.	Фотоприемники, принцип работы фотоприемников. Классификация фотоприемников, используемых в оптоэлектронике. ФЭП.	4	Текстовый файл.	2
5.	Оптические среды. Элементы волоконной и интегральной оптики. Конструкции и типы волоконных световодов.	2	Устный ответ, текстовый документ.	2
6.	Интегральная оптика функциональные и прикладные аспекты. Элементная база интегральной оптики, области использования и преимущества интегральной оптики.	4	Устный ответ, текстовый документ.	1
7.	Оптроны, их классификация, свойства и области применения.	2	Текстовый документ.	1
8.	Физические основы модуляции света, способы осуществления модуляции оптического излуче-	2	Текстовый документ.	1

№ темы	Тема или задание текущей работы	Кол-во часов	Форма представления результатов	Сроки выполнения (недели)
	ния в оптоэлектронике.			
9.	Материалы подложек интегрально-оптических схем. Технология изготовления интегрально-оптических волноводов и волноводных структур на поверхности подложек.	2	Устный ответ, текстовый документ.	1
10.	Методы изготовления интегрально-оптических волноводов и волноводных структур в подложках.	2	Устный ответ, текстовый документ.	2
11.	Изготовление интегрально-оптических элементов методом электростимулированной миграции ионов.	4	Устный ответ, текстовый документ.	2
	Итого	30		16

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

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

Реализация Профиля предполагает наличие минимально необходимого для реализации бакалаврской программы перечня материально-технического обеспечения:

- лекционные аудитории, оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет,
- лаборатория «Оптоэлектроники и оптической связи» с экспериментальными стендами по изучению лазеров, фотоприёмников, оптронов, модуляторов, пассивных элементов ВОЛС, сварке оптических волокон, рефлектометрическими измерениями и компьютерным стендом с оптической линией связи и выходом в интернет.
- оборудование вакуумного напыления металлических пленок для проведения лабораторных работ по изучению свойств металлов (ВУП-5, АдьфаН-1, УВР-3М);
- оборудование для изучения процесса фотолитографии (установки нанесения фоторезиста SPIN-1200T, SPIN-1200D, установка совмещения и экспонирования 830-II, комплекс лазерной безмасковой литографии µPG101).