

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
« 26 » * 05 2023г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.09 ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ И КВАНТОВЫЕ ПРИБОРЫ

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки / специальность

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) специализация

Оптические системы и сети связи

(наименование направленности (профит) специализации)

Программа подготовки

прикладная

(академическая /прикладная)

Форма обучения

заочная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация (степень) выпускника

бакалавр

(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины Б1.В.09 «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, профиль «Оптические системы и сети связи»

Программу составил:

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



подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.09 «Оптоэлектронные и квантовые приборы» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 9 от 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, зав. кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины: формирование компетенций, связанных со знанием принципов работы, технологией изготовления и методами эксплуатации современной радиоэлектронной и оптоэлектронной аппаратуры в инфокоммуникационных технологиях и системах связи, формирование компетенций, связанных с подготовкой студентов в области элементной базы систем оптической связи.

1.2 Задачи дисциплины: научить студентов принципам работы, методам проектирования, изготовления и эксплуатации оптоэлектронных элементов, сетей и средств связи; заключаются в изучение физических основ, устройств, принципов действия, характеристик и параметров важнейших приборов и устройств, используемых в оптических системах связи. К их числу относятся квантовые генераторы и усилители, оптические модуляторы и дефлекторы, фотодиоды и фотоприемные устройства, устройства, основанные на использовании нелинейной 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 «Оптоэлектронные и квантовые приборы» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных в процессе изучения дисциплин: «Оптические направляющие среды», «Оптика», «Электромагнитные поля и волны».

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-1, ПК-32).

ПК-1 Готовность содействовать внедрению перспективных технологий и стандартов.

ПК-32 Способность готовить техническую документацию на ремонт и восстановление работоспособности инфокоммуникационного оборудования.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-1	Готовность содействовать внедрению перспективных технологий и стандартов.	Принципы оптоэлектронного преобразования и физические основы работы оптоэлектронных и квантовых приборов для оптических сетей и систем связи.	применять полученные теоретические знания к практическому взаимодействию с объектами оптоэлектронной техники для обработки и передачи информации в оптических и волоконно-оптических системах связи.	навыками эксплуатации современных оптоэлектронных и квантовых приборов и оборудования, используемого в оптических и волоконно-оптических системах связи.
2.	ПК-32	Способность готовить техническую документацию на ремонт и восстановление работоспособности инфокоммуникационного оборудования.	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 7 зач.ед. (252 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

(для студентов ЗФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		7	8		
Контактная работа, в том числе:					
Аудиторные занятия (всего):	28	16	12	–	–
Занятия лекционного типа	10	4	6	–	–
Лабораторные занятия	12	12	–	–	–
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	6	–	6	–	–
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	–	–			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,5	0,2	0,3		
Самостоятельная работа, в том числе:					
Курсовая работа	–	–	–	–	–
Проработка учебного (теоретического) материала	195	154	41	–	–
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	–	–	–	–	–
Реферат	–	–	–	–	–
Подготовка к текущему контролю	16	6	10	–	–
Контроль:					
Подготовка к зачету	3,8	3,8			
Подготовка к экзамену	8,7		8,7		
Общая трудоемкость	час.	252	180	72	
	в том числе контактная работа	28,5	16,2	12,3	
	зач. ед	7	5	2	

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые в 7 и 8 семестре (заочная форма)

	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа	
			Л	ПЗ		ЛР
1.	Материалы, используемые для подложек интегрально-оптических схем. Гибридный и монокристалльный подход.	22	2			20
2.	Кристаллохимическое описание строения стекол. Возможности использования стекол в качестве подложек оптических интегральных схем.	22	2			20
3.	Кварцевое стекло, его свойства и возможности применения в интегральной оптике	22	2			20
4.	Ниобат и танталат лития и их применение в интегральной оптике и оптоэлектронике.	22	2			20
5.	Термическое вакуумное нанесение плёнок. Преимущества и недостатки метода. Физические основы термического нанесения пленок.	22	2			20
6.	Ионно-плазменное напыление тонких плёнок. Магнетронное, высокочастотное и реактивное распыление плёнок.	22		2		20
7.	Физические основы изготовления оптических волноводов методом твердотельной диффузии и ионного обмена. Свойства получаемых волноводов.	18		2		16
8.	Физические основы создания волноводов методом электростимулированной миграции ионов. Интегральные микролинзы и матрицы микролинз, их свойства, методы изготовления и применение.	18		2		16
9.	Физические основы работы полупроводниковых лазерных диодов (ЛД). Области применения полупроводниковых лазеров.	20			4	16

10.	Фотоприемники, принцип работы фотоприемников. Оптроны их свойства и области применения	19			4	15
11.	Оптические среды. Элементы волоконной и интегральной оптики. Типы волоконных и интегральных световодов и методы их изготовления	14				14
12.	Физические основы модуляции света, способы осуществления модуляции оптического излучения в оптоэлектронике .	18			4	14
13.	Подготовка к зачету	4				
14.	Подготовка к экзамену	9				
	Итого по Дисциплине:	252	10	6	12	211

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.	Материалы, используемые для подложек интегрально-оптических схем. Гибридный и монолитный подход.	Классификация материалов, применяемых для создания интегрально-оптических схем. Особенности изготовления интегрально-оптических схем для систем волоконной связи и датчиков физических величин. Активные и пассивные материалы для конструкций интегрально-оптических схем.	Анкетирование, опрос, практические задания

2.	Кристаллохимическое описание строения стекол. Возможности использования стекол в качестве подложек оптических интегральных схем.	Структура силикатных стекол. Стеклообразователи и модификаторы и их роль в составе стекол. Физико-химические свойства силикатных стекол, используемых для формирования интегрально-оптических волноводных структур методом диффузии ионов.	Анкетирование, опрос, практические задания
3.	Кварцевое стекло, его свойства и возможности применения в интегральной оптике.	Физико-химическая структура кристаллического кварца и кварцевого стекла. Свойства кристаллического кварца и кварцевого стекла. Области применения кристаллического кварца и кварцевого стекла в радиотехнике, электронике, волоконной оптике.	Анкетирование, опрос, практические задания
4.	Ниобат и танталат лития и их применение в интегральной оптике и оптоэлектронике.	Оптоэлектронные свойства монокристаллов ниобата и танталата лития. Возможности создания на основе этих материалов модуляторов, дефлекторов и переключателей света. Спектроанализатор радиочастот на основе ниобата лития.	Ответы на контрольные вопросы и задания.
5.	Термическое вакуумное нанесение плёнок. Преимущества и недостатки метода. Физические основы термического нанесения пленок.	Метод термического вакуумного осаждения металлических пленок. Температура испарения веществ. Зависимость длины свободного пробега испаренных частиц от величины вакуума. Законы Ламберта-Кнудсена и их применение в процессе термовакuumного распыления пленок.	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.	Ионно-плазменное напыление тонких плёнок. Магнетронное, высокочастотное и реактивное распыление плёнок.	Конструкции реакторов для проведения ионно-плазменного напыления пленок. Диодная и триодная схемы напыления. Преимущества и недостатки различных методов напыления пленок.	Анкетирование, опрос, практические задания

2. Физические основы изготовления оптических волноводов методом твердотельной диффузии и ионного обмена. Свойства получаемых волноводов.	Свойства материалов, применяемых при создании волноводных структур в стеклянных подложках методом ионного обмена и твердотельной диффузии. Законы диффузии и их решение в случае диффузии из ограниченного и не ограниченного источника.	Анкетирование, опрос, практические задания
3. Физические основы создания волноводов методом электростимулированной миграции ионов. Интегральные микролинзы и матрицы микролинз. их свойства, методы изготовления и применение.	Применение диффузионных законов в случае наличия внешнего стимулирующего электрического поля. Достоинства метода электростимулированной диффузии при создании многомодовых интегрально-оптических волноводов и микролинз.	Анкетирование, опрос, практические задания

2.3.3 Лабораторные занятия.

	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3
1.	Исследование характеристик полупроводниковых излучателей.	Отчет по лабораторной работе
2.	Фотоэлектрические преобразователи.	Отчет по лабораторной работе
3.	Электрооптические модуляторы.	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>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>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> <p>Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. - СПб.: Лань, 2011. - e.lanbook.com/books/element.h?11id=684</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
7,8	Лекции	Интерактивная лекция с мультимедийной системой.	10
	Практические работы	Индивидуальное выполнение практических заданий.	6
	Лабораторные занятия	Индивидуальное выполнение лабораторных заданий.	12
Итого:			28

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.

Приведите классификацию материалов, применяемых для создания интегрально-оптических схем.

Обоснуйте особенности изготовления гибридных и монокристаллических интегрально-оптических схем для систем волоконной связи, и датчиков физических величин.

Чем отличаются активные и пассивные материалы для конструкций интегрально-оптических схем?

Раздел 2.

Нарисуйте и объясните структуру силикатных стекол.

Чем отличаются стеклообразователи и модификаторы, какова их роль в составе стекол.

Перечислите физико-химические свойства силикатных стекол, используемых для формирования интегрально-оптических волноводных структур методом диффузии ионов.

Раздел 3.

Объясните физико-химическая структура кристаллического кварца и кварцевого стекла.

Перечислите свойства кристаллического кварца и кварцевого стекла.

Сформулируйте области применения кристаллического кварца и кварцевого стекла в радиотехнике, электронике, волоконной оптике.

Раздел 4.

Сформулируйте оптоэлектронные свойства монокристаллов ниобата и танталата лития.

Обоснуйте возможности создания на основе этих материалов модуляторов, дефлекторов и переключателей света.

Нарисуйте конструкцию и объясните принцип работы спектроанализатора радиочастот на основе ниобата лития.

Раздел 5.

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 термовакуумного распыления пленок.

1. Шкала электромагнитных колебаний и область в ней, которую использует оптоэлектроника.
2. Электроны и фотоны как носители информации.
3. Прищепы оптоэлектронного преобразования.
4. Классификация источников света и требования к ним в оптоэлектронике.
5. Физические основы и принцип действия инжекционных источников света.
6. Конструкции типовых светоизлучающих диодов (СИД).
7. Спектральные характеристики СИД.
8. Вольтамперные характеристики СИД.
9. Конструкции СИД и диаграммы направленности.
10. Световодные модули для работы в волоконно-оптической связи.

11. Условия генерации лазерным диодом (ЛД) когерентного излучения, условие инверсионной населенности.
12. Коэффициент усиления и его связь с параметрами ЛД.
13. Квантовая эффективность и к.п.д. лазера.
14. Ватт-амперная характеристика и ее описание.
15. Физические основы работы фотоприемников (ОП).
16. Фоторезисторы (ФР).
17. Фотодиоды (ФД).
18. Фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии (ФЭП).
19. Типовые структуры быстродействующих pin фотодиодов.
20. Спектральные характеристики фотоприемников.
21. Основы модуляции оптических сигналов, физические основы электрооптического эффекта.
22. Электрооптические модуляторы и переключатели сигналов.
23. Физические основы построения и конструкции акустооптических модуляторов.
24. Физические основы построения акустооптических переключателей оптических сигналов.
25. Магнитооптические эффекты и принцип построения модуляторов и переключателей света.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Итоговый контроль осуществляется в виде зачета в конце 7 семестра. На зачете студентам предлагается ответить на 4 вопроса по материалам учебной дисциплины. По итогам ответа на зачёте преподаватель оценивает знания студента.

Вопросы к зачёту по дисциплине «Оптоэлектронные и квантовые приборы» Физико-технический факультет, 4 курс.

1. Полупроводниковые лазеры, принцип работы и конструкции.
2. Источники света для ВОЛС.
3. Фотоприемники, принцип работы.
4. Фотоприемники для ВОЛС.
5. Методы изготовления полупроводниковых излучателей и приемников света.
6. Методы изготовления фотоприемников.
7. Световодные волокна, принцип работы и свойства.
8. Материалы, используемые для изготовления оптических световодов.
9. Методы модуляции оптического излучения.
10. Переключатели каналов в ВОЛС.
11. Оптоэлектронные датчики физических величин.
12. Способы изготовления канальных волноводов в стеклянных подложках
13. Эпитаксия при изготовлении полупроводниковых лазеров.
14. Построение ВОЛС.
15. Монолитные и гибридные схемы в интегральной оптике.
16. Методы осаждения металлических и диэлектрических пленок в оптоэлектронике.
17. Полупроводниковые материалы, используемые в оптоэлектронике и интегральной оптике.

Итоговый контроль осуществляется в виде экзамена в конце 8 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 по дисциплине «Оптоэлектронные и квантовые приборы». Физико-технический факультет, 4 курс.

1. Материалы, используемые для подложек интегрально-оптических схем. Гибридный и монокристаллический подход.
2. Кристаллохимическое описание строения стекол. Возможности использования стекол в качестве подложек оптических интегральных схем.
3. Кварцевое стекло, его свойства и возможности применения в интегральной оптике и оптоэлектронике.
4. Ниобат и танталат лития и их применение в интегральной оптике и оптоэлектронике.
5. Технология изготовления планарных интегрально-оптических волноводов на поверхности подложки.
6. Термическое вакуумное нанесение плёнок. Преимущества и недостатки метода.
7. Физические основы термического нанесения.
8. Ионно-плазменное напыление тонких плёнок. Диодная и триодная схемы. Преимущества и недостатки использования этих схем.
9. Магнетронное распыление плёнок.
10. Высокочастотное и реактивное распыление плёнок.
11. Эпитаксия. Виды эпитаксии и способы проведения эпитаксии.
12. Методы изготовления планарных интегрально-оптических волноводов в подложках.
13. Физические основы изготовления оптических волноводов методом твердотельной диффузии.
14. Физические основы изготовления оптических волноводов методом ионного обмена.
15. Материалы, применяемые при изготовлении оптических волноводов методом твердотельной диффузии и ионного обмена. Свойства получаемых волноводов.
16. Получение интегрально-оптических волноводов имплантацией ионов и их свойства.
17. Получение интегрально-оптических волноводов с помощью уменьшения концентрации носителей и электрооптического эффекта.
18. Технология изготовления интегрально-оптических канальных волноводов.
19. Фотолитография. Последовательность операций в процессе фотолитографии.
20. Виды фоторезистов и способы их нанесения. Основные параметры фоторезистов.
21. Изготовление интегрально-оптических элементов методом электростимулированной миграции ионов.
22. Физические основы создания волноводов методом электростимулированной миграции ионов
23. Интегральные микролинзы и матрицы микролинз, их свойства, методы изготовления и применение.
24. Изготовление и исследование заглубленных канальных волноводов.

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/booW91904>
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-sviazы.ru /

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

1. <http://www.kubsu.ru/wuniversity/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.	Кристаллохимическое описание строения стекол. Возможности использования стекол в качестве подложек оптических интегральных схем. Кварцевое стекло, его свойства и возможности применения в интегральной оптике и оптоэлектронике.	24	Устный ответ, текстовый документ.	3
2.	Ионно-плазменное напыление тонких плёнок. Диодная и триодная схемы. Преимущества и недостатки использования этих схем. Магнетронное распыление плёнок. Высокочастотное и реактивное распыление плёнок. Эпитаксия. Виды эпитаксии и способы проведения эпитаксии.	24	Устный ответ, текстовый документ	3

3.	Изготовление интегрально-оптических элементов методом электростимулированной миграции ионов. Физические основы создания волноводов методом электростимулированной миграции ионов Интегральные микролинзы и матрицы микролинз, их свойства, методы изготовления и применение. Изготовление и исследование заглубленных канальных волноводов.	24	Устный ответ, текстовый документ.	3
4.	Оптоэлектроника, предметы изучения оптоэлектроники, Основы оптоэлектроники.	24	Устный ответ, текстовый документ.	3
5.	Физические основы и принцип действия полупроводниковых светоизлучающих диодов (СИД).	24	Устный ответ, текстовый документ.	4
6.	Физические основы работы полупроводниковых лазерных диодов (ЛД). Области применения полупроводниковых лазеров.	24	Устный ответ, текстовый документ.	4
7.	Фотоприемники, принцип работы фотоприемников. Классификация фотоприемников, используемых в оптоэлектронике. ФЭП.	23	Устный ответ, текстовый документ.	4
8.	Оптические среды. Элементы волоконной и интегральной оптики. Конструкции и типы волоконных световодов.	22	Устный ответ, текстовый документ.	4
9.	Физические основы модуляции света, способы осуществления модуляции оптического излучения в оптоэлектронике.	22	Устный ответ, текстовый документ.	4
	<i>Итого</i>	211		32

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностям 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.

Практические работы: компьютерные занятия в режимах взаимодействия «преподаватель - студент» и «студент - преподаватель», «студент - студент».

Самостоятельная работа: дистанционные задания и упражнения, глоссарии терминов и определений.

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 оснащённость
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО).
2.	Семинарские занятия	Специальное помещение, оснащённое презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО).
3.	Лабораторные занятия	Лаборатория №144С, №325С укомплектованные 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 плёнок (ВУП-5, АдьфаН-1, УВР-3М); оборудование для изучения процесса фотолитографии (установки нанесения фоторезиста SPIN-1200Т, SPIN-1200D, установка совмещения и экспонирования 830-П, 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.