

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

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

_____ Т.А. Хагуров
подпись

«25» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.13 Основы оптоэлектроники

(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 (профиля) / специализации)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация бакалавр

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины Б1.В.13 Основы оптоэлектроники
составлена в соответствии с федеральным государственным
образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) № 930 от
19.09.2017 по направлению подготовки / специальности 11.03.02
Инфокоммуникационные технологии и системы связи
код и наименование направления подготовки

Программу составил(и):

Н. А. Яковенко, д-р техн. наук, профессор

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание

подпись

Рабочая программа дисциплины _____ утверждена на заседании
кафедры _____ оптоэлектроники _____
протокол № 9 «10» апреля 2023 г.
Заведующий кафедрой Яковенко Н. А. _____
фамилия, инициалы _____ подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии

факультета/института физико-технического _____

протокол № 10 «20» апреля 2023 г.

Председатель УМК факультета/института Богатов Н.М. _____

фамилия, инициалы

подпись

Рецензенты:

Исаев В.А., д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры теоретической физики и
компьютерных технологий ФГБОУ ВО «КубГУ».

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

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью учебной дисциплины «Основы оптоэлектроники» является формирование компетенций, связанных со знанием принципов работы, с синтезом и анализом функционирования оптоэлектронных устройств, используемых в высокотехнологичном оборудовании для связи, научных исследований, производства новых материалов и изделий из них.

1.2 Задачи дисциплины

Задачами освоения дисциплины является изучение оптоэлектроники как единой области техники, в которой большое число самых различных направлений, объединённых физическими и конструктивно-технологическими основами, материалами, элементной базой: оптические транспаранты, индикаторы, оптические запоминающие среды, оптические световоды, устройства интегральной оптики, оптоэлектронные датчики:

– привить студентам навыки научно-исследовательской работы и продемонстрировать широкие возможности использования техники оптоэлектроники в различных научных направлениях;

– обучить студентов принципам и приемам самостоятельных расчетов характеристик элементной базы оптоэлектроники, интегрально-оптических и волоконно-оптических структур;

– выработка практических навыков аналитического и численного анализа процесса распространения оптического излучения в элементной базе оптоэлектроники, а также расчета основных характеристик этих устройств;

– получение глубоких знаний по оптической физике, оптическому материаловедению, функциональным устройствам и системам оптоэлектроники.

В результате изучения настоящей дисциплины студенты должны получить базовые теоретические знания и практические навыки, позволяющие проводить моделирование и расчет элементной базы оптоэлектроники, а также получить базовые теоретические знания в области физических основ современной оптоэлектроники, приборов, устройств и систем.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина базируется на дисциплинах модулей «Математика», «Общая физика», «Общий физический практикум». Для освоения данной дисциплины необходимо владеть методами математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, решением алгебраических, дифференциальных и интегральных уравнений; теории функций комплексного переменного, теории вероятностей и математической статистики; знать основные физические законы; уметь применять математические методы и физические законы для решения практических задач.

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 следующих компетенций.

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))
ПК-2 Способен к сбору исходных данных и планированию модернизации сетевых устройств и программного обеспечения инфокоммуникационных систем	
ИПК-2.1 Применяет основы сетевых технологий и принципы работы сетевого оборудования, правила работы с различными инфокоммуникационными системами	Владеет методами поиска технической информации по элементной базе инфокоммуникационных сетей, а также по организации взаимодействия оптоэлектронных элементов в рамках сети.
ИПК-2.2 Работает с различными	Умеет определять характеристики оптоэ-

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))
инфокоммуникационными системами и базами данных, обрабатывает информацию о выполнении заявок на техподдержку оборудования с использованием современных технических средств	волоконных элементов сетей связи и прогнозировать результаты их взаимодействия, возможности взаимозамены.
ИПК-2.3 Использует документацию, регламентирующую, взаимодействие сотрудников технической поддержки с подразделениями организации; навыками составления отчетов, анализа, систематизации данных с помощью информационной поддержки и баз данных	Владеет навыками организации взаимодействия служб и отделов по запуску, эксплуатации, модернизации и ремонту сетей связи на основе технической и нормативно-правовой информации.
ПК-7 Способен к проектированию объектов и систем связи, телекоммуникационных систем с применением систем автоматизированного проектирования	
ИПК-7.1 Знает принципы построения технического задания, моделей технологических процессов и проверке их адекватности на практике, при проектировании средств и сетей связи и их элементов	Знает структуру и нормы оформления технических заданий, умеет оценить работоспособность элементов и устройств при проектировании сетей связи.
ИПК-7.2 Умеет осуществлять расчет основных показателей качества инфокоммуникационных систем и/или их составляющих	Умеет дать прогноз работоспособности и эффективности сетей связи на основе расчетов и технических характеристик элементной базы.
ИПК-7.3 Владеет навыками разработки и оформления конструкторской и технической документации в соответствии с действующими нормативными документами с применением систем компьютерного проектирования	Владеет навыками оформления технических заданий, отчетов об исследовательской работе, проектной, сметной и конструкторской документации.

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения		
		очная	очно-заочная	заочная
		5 семестр (часы)	семестр (часы)	курс (часы)
Контактная работа, в том числе:		46,2		
Аудиторные занятия (всего):		46		
занятия лекционного типа		16		
лабораторные занятия		16		
практические занятия		14		

Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)			6		
Промежуточная аттестация (ИКР)			0,2		
Самостоятельная работа, в том числе:			55,8		
Курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)					
Контрольная работа					
Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)					
Реферат/эссе (подготовка)					
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)			55,8		
Подготовка к текущему контролю					
Контроль:					
Подготовка к зачету					
Общая трудоемкость	час.		108		
	в том числе контактная работа		46,2		
	зач. ед		3		

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 4 семестре (2 курсе) (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	<i>Современная оптоэлектроника</i>		1			0,8
2.	<i>Источники света. Светоизлучающие диоды. Лазерные диоды</i>		4	4	8	8
3.	<i>Световоды</i>		2	2		8
4.	<i>Потери в световодах</i>		2	2		8
5.	<i>Дисперсия импульсов в световодах</i>		1	2		5
6.	<i>Фотоприёмники</i>		2	2	4	5
7.	<i>Оптроны</i>		1	1		5
8.	<i>ВОСП</i>		1	1		5
9.	<i>Электрооптические модуляторы</i>		1	1		5
10.	<i>Акустооптические модуляторы</i>		1	1	2	6
	ИТОГО по разделам дисциплины	101,8	16	16	14	55,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	6				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Подготовка к текущему контролю					
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

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

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	<i>Современная оптоэлектроника</i>	Определение оптоэлектроники. Её место в научно-техническом прогрессе. Отличительные особенности оптоэлектроники, как нового направления электронной техники. Электромагнитные волны и их свойства. Шкала электромагнитных волн. Электроны и фотоны, как носители информации.	УО
2.	<i>Источники света. Светоизлучающие диоды. Лазерные диоды</i>	Классификация источников света и требования к ИС в оптоэлектронике. Лазеры и их характеристики. Пространственная и временная когерентность источников света. Физические основы и принцип действия инжекционных источников света. Требования к материалам для светоизлучающих диодов. Спектральные характеристики, конструкции и диаграммы направленности СИД. Принцип работы, условие инверсионной населённости, коэффициент усиления, квантовая эффективность, к.п.д., ваттамперная характеристика. РОС и РБО-лазеры. Применение лазеров в принтерах и оптических дисках. Лазеры в медицинской и диагностической аппаратуре.	УО
3.	<i>Световоды</i>	Принцип работы световодов. Основные характеристики световодов. Механизм образования мод. Многомодовые и одномодовые световоды. Изготовление оптических кварцевых волокон. Применения световодов: эндоскопы, датчики физических величин.	УО
4.	<i>Потери в световодах</i>	Механизмы потерь, поглощения и рассеяния в кварцевых оптических волокнах. Типовые зависимости составляющих потерь от длины волны, затухание энергии в оптических волокнах при различных длинах волн. Разъёмные и сварные соединения волокон. Потери при соединениях. Измерения затухания и потерь.	УО
5.	<i>Дисперсия импульсов в световодах</i>	Модовая дисперсия. Ступенчатые и градиентные световоды. Хроматическая дисперсия. Поляризационная дисперсия. Конструкции и характеристики оптических кабелей связи. Пропускная способность оптических кабелей связи.	УО
6.	<i>Фотоприёмники</i>	Физические основы работы ФП. Классификация фотонных детекторов. Фоторезисторы. Фотодиоды. Вольтамперные характеристики ФП. Спектральные характеристики фотоприёмников. Фотовольтаические приёмники и преобразователи солнечной энергии. Pin-фотодиоды. Лавинные фотодиоды. Принцип действия и устройство фото-ПЗС.	УО

7.	<i>Оптроны</i>	Диодные и тиристорные оптроны. Передаточная характеристика оптронов. Применения оптронов.	УО
8.	<i>ВОСП</i>	Преимущества, особенности и возможности ВОСП. Способы увеличения пропускной способности. Оптические локальные сети Ethernet. Анализ и характеристики современных систем оптической связи. Перспективы развития и применения ВОСП в глобальных, региональных и локальных сетях.	УО
9.	<i>Электрооптические модуляторы</i>	е модуляторы Основы модуляции оптических сигналов, физические основы электрооптического эффекта. Электрооптические модуляторы и переключатели сигналов. Выполнение математических операций с помощью модуляторов оптических сигналов.	УО
10.	<i>Акустооптические модуляторы</i>	Физические основы акустооптического эффекта. Акустооптические модуляторы и переключатели. Физические основы построения и конструкций акустооптических модуляторов и переключателей оптических сигналов. Применение акустооптических ячеек для обработки радиосигналов. Конструкция акустооптического процессора.	УО

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	<i>Современная оптоэлектроника</i>	Определение оптоэлектроники. Её место в научно-техническом прогрессе. Отличительные особенности оптоэлектроники, как нового направления электронной техники. Электромагнитные волны и их свойства. Шкала электромагнитных волн. Электроны и фотоны, как носители информации.	<i>Решение задач</i>
2.	<i>Источники света. Светоизлучающие диоды. Лазерные диоды</i>	Классификация источников света и требования к ИС в оптоэлектронике. Лазеры и их характеристики. Пространственная и временная когерентность источников света. Физические основы и принцип действия инжекционных источников света. Требования к материалам для светоизлучающих диодов. Спектральные характеристики, конструкции и диаграммы направленности СИД. Принцип работы, условие инверсионной населённости, коэффициент усиления, квантовая эффективность, к.п.д., ваттамперная характеристика. РОС и РБО-лазеры. Применение лазеров в принтерах и оптических дисках. Лазеры в медицинской и диагностической аппаратуре.	<i>Решение задач</i>
3.	<i>Световоды</i>	Принцип работы световодов. Основные характеристики световодов. Механизм образования мод. Многомодовые и одномодовые световоды. Изготовление оптических кварцевых волокон. Применения световодов: эндоскопы, датчики физических величин.	<i>Решение задач</i>
4.	<i>Потери в световодах</i>	Механизмы потерь, поглощения и рассеяния в	<i>Решение задач</i>

		кварцевых оптических волокнах. Типовые зависимости составляющих потерь от длины волны, затухание энергии в оптических волокнах при различных длинах волн. Разъёмные и сварные соединения волокон. Потери при соединениях. Измерения затухания и потерь.	
5.	<i>Дисперсия импульсов в световодах</i>	Модовая дисперсия. Ступенчатые и градиентные световоды. Хроматическая дисперсия. Поляризационная дисперсия. Конструкции и характеристики оптических кабелей связи. Пропускная способность оптических кабелей связи.	<i>Решение задач</i>
6.	<i>Фотоприёмники</i>	Физические основы работы ФП. Классификация фотонных детекторов. Фоторезисторы. Фотодиоды. Вольтамперные характеристики ФП. Спектральные характеристики фотоприёмников. Фотовольтаические приёмники и преобразователи солнечной энергии. Pin-фотодиоды. Лавинные фотодиоды. Принцип действия и устройство фото-ПЗС.	<i>Решение задач</i>
7.	<i>Оптроны</i>	Диодные и тиристорные оптроны. Передаточная характеристика оптронов. Применения оптронов.	<i>Решение задач</i>
8.	<i>ВОСП</i>	Преимущества, особенности и возможности ВОСП. Способы увеличения пропускной способности. Оптические локальные сети Ethernet. Анализ и характеристики современных систем оптической связи. Перспективы развития и применения ВОСП в глобальных, региональных и локальных сетях.	<i>Решение задач</i>
9.	<i>Электрооптические модуляторы</i>	Основы модуляции оптических сигналов, физические основы электрооптического эффекта. Электрооптические модуляторы и переключатели сигналов. Выполнение математических операций с помощью модуляторов оптических сигналов.	
10.	<i>Акустооптические модуляторы</i>	Физические основы акустооптического эффекта. Акустооптические модуляторы и переключатели. Физические основы построения и конструкций акустооптических модуляторов и переключателей оптических сигналов. Применение акустооптических ячеек для обработки радиосигналов. Конструкция акустооптического процессора.	
<i>Лабораторные работы</i>			
11.	<i>Источники света. Светоизлучающие диоды. Лазерные диоды</i>	Исследование характеристик полупроводниковых излучателей	<i>ЛР</i>
12.	<i>Потери в световодах</i>	Сварка оптических волокон	<i>ЛР</i>
13.	<i>Фотоприёмники</i>	Фотоэлектрические преобразователи	<i>ЛР</i>
14.	<i>ВОСП</i>	Рефлектометрические измерения в ВОЛС	<i>ЛР</i>
15.	<i>Электрооптические модуляторы</i>	Электрооптические модуляторы	<i>ЛР</i>
16.	<i>Акустооптические модуляторы</i>	Акустооптические модуляторы	<i>ЛР</i>

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

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Согласно учебному плану курсовые работы (проекты) по данной дисциплине не предусмотрены.

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	Решение задач	<i>Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Основы оптоэлектроники», утвержденные кафедрой оптоэлектроники, протокол № от г.</i>

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,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, проблемное обучение, модульная технология, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Основы оптоэлектроники».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме *тестовых заданий, доклада-презентации по проблемным вопросам, разноуровневых заданий* и **промежуточной аттестации** в форме заданий к зачету вопросов и заданий к экзамену.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-2.1 Применяет основы сетевых технологий и принципы работы сетевого оборудования, правила работы с различными инфокоммуникационными системами	Владеет методами поиска технической информации по элементной базе инфокоммуникационных сетей, а также по организации взаимодействия оптоэлектронных элементов в рамках сети.	<i>Контрольная работа</i>	<i>Зачет</i>
2	ИПК-2.2 Работает с различными инфокоммуникационными системами и базами данных, обрабатывает информацию о выполнении заявок на техподдержку оборудования с использованием современных технических средств	Умеет определять характеристики оптоволоконных элементов сетей связи и прогнозировать их результаты взаимодействия, возможности взаимозамены.	<i>Контрольная работа</i>	<i>Зачет</i>
3	ИПК-2.3 Использует документацию, регламентирующую, взаимодействие сотрудников технической поддержки с подразделениями организации; навыками составления отчетов, анализа, систематизации данных с помощью информационной поддержки и баз данных	Владеет навыками организации взаимодействия служб и отделов по запуску, эксплуатации, модернизации и ремонту сетей связи на основе технической и нормативно-правовой информации.	<i>Контрольная работа</i>	<i>Зачет</i>
4	ИПК-7.1 Знает принципы построения технического задания, моделей технологических процессов и проверке их	Знает структуру и нормы оформления технических заданий, умеет оценить работоспособность	<i>Лабораторная работа</i>	<i>Защита лабораторной работы</i>

	адекватности на практике, при проектировании средств и сетей связи и их элементов	элементов и устройств при проектировании сетей связи.		
5	ИПК-7.2 Умеет осуществлять расчет основных показателей качества инфокоммуникационных систем и/или их составляющих	Умеет дать прогноз работоспособности и эффективности сетей связи на основе расчетов и технических характеристик элементной базы.	Лабораторная работа	Защита лабораторной работы
6	ИПК-7.3 Владеет навыками разработки и оформления конструкторской и технической документации в соответствии с действующими нормативными документами с применением систем компьютерного проектирования	Владеет навыками оформления технических заданий, отчетов об исследовательской работе, проектной, сметной и конструкторской документации.	Лабораторная работа	Защита лабораторной работы

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
Примерный перечень вопросов и заданий

Контрольная работа

1. Рассчитайте длину волны излучения для полупроводникового материала с шириной запрещённой зоны 1,24 эВ.

2. Полупроводниковый лазер имеет длину резонатора $L = 400$ мкм, рабочая длина волны $\lambda_0 = 0,98$ мкм, полоса генерации составляет $\Delta\lambda_0 = 0,2$ нм. Определить количество продольных мод, генерируемых лазером. Показатель преломления полупроводниковой среды $n = 3,5$.

10. Определить число мод, которые будут распространяться в ступенчатом волокне с показателями преломления $n_c = 1,46$, $n_o = 1,44$. Диаметр сердцевины 100 мкм, диаметр оболочки 140 мкм. Расчет провести для длин волн 850 нм и 1550 нм.

Реферат

Тематика рефератов

- 1 Модовый состав оптических волноводов..
- 2 Дисперсия в оптических волноводах.
- 3 Методы гашения продольных мод лазера.
- 4 Методы исключения поперечных мод лазера.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен)

(Вопросы к зачету.)

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 рп-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.

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их 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 их 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 учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: учеб. пособие [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб: Лань, 2017. – 596 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/95150>

2. Портнов, Эдуард Львович. Принципы построения первичных сетей и оптические кабельные линии связи [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / Э. Л. Портнов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2009. - 544 с., [3] л. ил. - (Учебное пособие для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр. : с. 538-540. - ISBN 9785991200714.

3. Давыдов, В.Н. Физические основы оптоэлектроники. Учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб./ В.Н. Давыдов ; Министерство образования и науки Российской Федерации. - Томск : ТУСУР, 2016. - 139 с.

4. Чеботарев, С. Н., Лунина, М. Л., Алфимова, Д. Л. Наноструктуры AIV BIV и AIII BV для устройств оптоэлектроники ; Рос. акад. наук, Южный научный центр. — Ростов-на-Дону : Изд-во ЮНЦ РАН, 2014. - 274 с.

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

5.2. Периодическая литература

В мире науки

Журнал экспериментальной и теоретической физики

Известия российской академии наук. Серия физическая

Инженерно-физический журнал

Письма в журнал экспериментальной и теоретической физики

Успехи физических наук – ежемесячный журнал. Электронная версия журнала: аннотации, статьи в формате pdf

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>

2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru

3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>

4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com

5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.uceba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>

2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

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

Общие рекомендации по самостоятельной работе обучающихся

Дисциплина «Основы оптоэлектроники» является дисциплиной специализации с собственными особенностями. Для освоения данной дисциплины необходимо овладеть всеми разделами высшей математики и освоить все разделы фундаментальной физики. Особенностью дисциплины является высокая нагруженность фундаментальными знаниями по оптике и математическими расчетами.

При самостоятельной работе следует обращать внимание не только на теоретический материал, воспринимая его во всей полноте, но и на примеры решения задач, которые дадут ключ к пониманию специфических методов и концепций.

Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

- составлением индивидуальных планов самостоятельной работы каждого из студентов с указанием темы и видов занятий, форм и сроков представления результатов;
- проведением консультаций (индивидуальных или групповых), в том числе с применением дистанционной среды обучения.

Критерий оценки эффективности самостоятельной работы студентов формируется в ходе промежуточного контроля процесса выполнения заданий и осуществляется на основе различных способов взаимодействия в открытой информационной среде и отражается в процессе формирования так называемого «электронного портфеля студента».

В соответствии с этим при проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы к соответствующим разделам дисциплины.

Контроль осуществляется посредством и выполнения письменных контрольных работ по окончании изучения тем учебной дисциплины.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- выполнение семестровой контрольной работы по индивидуальным вариантам;
- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и осуществляемое путем написания реферативных работ;
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

Контроль осуществляется путем проведения опросов студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины. При проведении текущего контроля могут использоваться контрольные вопросы, тестовые задания, задачи. Студентами по изученной дисциплине выполняется ряд контрольных работ.

Промежуточный контроль осуществляется в виде экзамена в конце 4-го семестра. На экзамене студентам предлагается ответить на 2 вопроса по материалам учебной дисциплины и решить задачу. По итогам ответа на экзамене преподаватель оценивает знания студента. Оценка на экзамене является итоговой по дисциплине.

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.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	MS Windows, MS Office
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	MS Windows, MS Office
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ.	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: компьютер Оборудование: лабораторные установки и стенды	MS Windows, MS Office

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	MS Windows, MS Office
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.211с)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети	MS Windows, MS Office

	«Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	
--	--	--