

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

2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.08 МАТЕРИАЛЫ И КОМПОНЕНТЫ ФОТОНИКИ

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки / специальность

11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация

Оптические системы локации, связи и обработки информации

(наименование направленности (профиля) специализации)

Форма обучения

очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация

магистр

(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2021

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

Программу составил:

В.В. Галуцкий, канд. физ.-мат. наук,
доцент кафедры оптоэлектроники


_____ подписать

Рабочая программа дисциплины Б1.О.08 «Материалы и компоненты фотоники» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 8 от 07 апреля 2021 г.

Заведующий кафедрой оптоэлектроники
д-р техн. наук, профессор Н.А. Яковенко


_____ подписать

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 13 от 16 апреля 2021 г.

Председатель УМК ФТФ

д-р физ.-мат. наук, профессор Н.М. Богатов


_____ подписать

Рецензенты:

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

Текуцкая Е.Е., канд. хим. наук, доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Состоит в обеспечении подготовки студентов в области элементной базы систем оптической связи. Основной задачей дисциплины является изучение свойств традиционных и перспективных материалов и компонент фотоники – объектов изучения. К их числу относятся кристаллические, стеклянные и керамические материалы, активированные лазерными ионами, ионами фоторефрактивных примесей и др. как базовые платформы для интегральной оптики. В качестве компонент фотоники рассматриваются направляющие структуры и структуры с заданными оптическими свойствами, вопросы их создания.

В результате изучения настоящей дисциплины студенты получают знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и являющиеся фундаментом для изучения ряда последующих специальных дисциплин и практической работы магистров в области телекоммуникаций и следующим видам профессиональной деятельности: проектно-конструкторской, научно-исследовательской.

1.2 Задачи дисциплины

Главные задачи дисциплины заключаются в подготовке к решению профессиональных задач в виде составления описания принципов действия и структуры проектируемых сетей, сооружений, оборудования, средств и услуг связи с обоснованием принятых решений в части систем генерации и детектирования оптического сигнала.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.05 «Материалы и компоненты фотоники» относится к **вариативной** части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных в процессе изучения дисциплин: «Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства в инфокоммуникационных системах и сетях», «Оптика».

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-5, ПК-8, ПК-9)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-5	способностью использовать современную элементную базу и схемотехнику устройств инфокоммуникаций	- физические основы производства материалов фотоники;	- критически и обоснованно подходить к вопросам применения материалов фотоники в конкретных схемах оптической связи, сопоставляя особенности используемых	навыками практической работы с нелинейными оптическими материалами и компонентами .

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
				материалов и параметры приборов;	
2	ПК-8	готовностью использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС	- устройство, особенности, основные характеристик и параметры компонент фотоники, разработанных на основе кристаллов, стёкол и композитов;	- проводить теоретические и экспериментальные исследования в области ИКТиСС	- навыками работы с современной научно-технической литературой по передовым инфокоммуникационным технологиям.
3	ПК-9	способностью самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования, способностью участвовать в научных исследованиях в группе, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы	- методы измерения оптических параметров волоконно-оптических линий связи и их отдельных элементов; - методы измерения основных параметров цифровых каналов и трактов ВОСП; - принципы действия основных средств измерений оптического диапазона.	- выполнять измерения основных параметров ВОЛС и основных параметров цифровых трактов ВОСП;	- выполнять измерения основных параметров ВОЛС и основных параметров цифровых трактов ВОСП

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

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

(для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)
			А
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):		38	38
Занятия лекционного типа		6	6
Лабораторные занятия		26	26
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		6	6
Иная контактная работа:			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:		43	43
Курсовая работа		-	-
Проработка учебного (теоретического) материала		37	37
Подготовка к текущему контролю		6	6
Контроль:			
Подготовка к экзамену		26,7	26,7
Общая трудоемкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа:	38,3	38,3
	зач.ел	3	3

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в А(10) семестре (очная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Перспективные фотонные материалы и структуры	25	2	2	10	11
2.	Основы оптики волноводов	13	1	1	-	11
3.	Материалы интегральной оптики	21	1	1	8	11
4.	Специальные разделы техники и технологии компонент фотоники	22	2	2	8	10
5.	Подготовка к экзамену	26,7	-	-	-	-
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Итого по дисциплине:	108	6	6	26	43

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

2.3 Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Перспективные фотонные материалы и структуры	Перспективные фотонные материалы и структуры. Локальные, структурные и композиционные эффекты в оптоэлектронных средах. Полупроводниковые твёрдые растворы.	Опрос, практические задания
2.	Основы оптики волноводов	Основные оптические эффекты, приводящие к волноводному распространению электромагнитной волны. Основы оптики планарных волноводов.	Опрос, практические задания
3.	Материалы интегральной оптики	Требования к оптическим материалам. Монокристаллические диэлектрики и полупроводники. Плёнкообразующие материалы. Стекла.	Опрос, практические задания
4.	Специальные разделы техники и технологии компонент фотоники	Методы и технологии изготовления планарных и полосковых волноводов Методы вакуумного нанесения. Золь-гель методы. Методы эпитаксии. Методы диффузии. Методы ионного обмена. Методы ионной имплантации. Методы фотолитографии. Методы лазерной записи волноводов в стекле.	Опрос, практические задания

2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Перспективные фотонные материалы и структуры	Люминесцентные структуры на основе органических материалов. Перспективные структуры на основе кремния и углерода. Классификация оптических волноводов.	Опрос, практические задания
2.	Основы оптики волноводов	Основы оптики полосковых волноводов. Основы оптики фотоннокристаллических волноводов.	Опрос, практические задания
3.	Материалы интегральной оптики	Оптические ситаллы. Композитные материалы. Металлы. Оптическая нутация и свободное затухание поляризации. Фотонное эхо.	Опрос, практические задания

		Самоиндуцированная прозрачность.	
4.	Специальные разделы техники и технологии компонент фотоники	Пример технологии изготовления волноводной структуры из кремния по технологии SOI (silicon on insulator). Проблемные вопросы использования фотонных компонент в экстремальных условиях. Влияние дестабилизирующих факторов. Физико-технологические предпосылки новых направлений фотоники.	Опрос, практические задания

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование разделов	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1		3	4
1.	Перспективные фотонные материалы и структуры	Исследование оптических свойств твёрдых растворов ниобата лития	Отчет по лабораторной работе
2.	Материалы интегральной оптики	Получение и исследование оптических свойств стекла, активированного лазерной примесью	Отчет по лабораторной работе
3.	Специальные разделы техники и технологии компонент фотоники	Исследование оптических свойств полупроводниковых материалов	Отчет по лабораторной работе

2.3.4 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	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов для бакалавров направления подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и магистров направления подготовки 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
2	Подготовка к текущему контролю	

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
А	Лекции	Интерактивная лекция с мультимедийной системой.	6
	Практические работы	Индивидуальное выполнение практических заданий.	6
	Лабораторные занятия	Индивидуальное выполнение лабораторных заданий.	26
<i>Итого:</i>			38

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

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

Раздел 1.

1. Какие типы оптических волноводов используются в интегрально-оптических устройствах?

2. По каким параметрам классифицируются оптические волноводы?

Раздел 2.

1. Какие законы оптики приводят к волноводному распространению электромагнитных волн?

2. Каковы свойства гофрированных волноводов?

3. Какими оптическими эффектами определяются свойства фотоннокристаллических волноводов?

4. Какой тип электромагнитных волн может распространяться в плазмонных волноводах?

Раздел 3.

1. Какие требования предъявляются к материалам интегральной оптики?
2. Перечислите виды материалов, используемых в интегральной оптике.
 1. Какие технологии используются для изготовления устройств интегральной оптики?
 2. Какие технологии используются для нанесения плёнок?
 3. Какими методами изготавливают погруженные волноводы?
 4. В чем преимущества рентгеновской литографии перед ультрафиолетовой фотолитографией?

Раздел 4.

1. Какие устройства интегральной оптики могут быть реализованы с помощью фотоннокристаллических волноводов?
2. Какие устройства интегральной оптики могут быть реализованы с помощью микрорезонаторов?
3. В чем отличие мод шепчущей галереи от волноводных мод?
4. Какие микромеханические устройства для интегральной оптики могут быть изготовлены методами фотолитографии?

Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:

ПК-5 - способностью использовать современную элементную базу и схемотехнику устройств инфокоммуникаций: знать физические основы производства материалов фотоники.

Критерии оценивания ответов студентов:

С целью контроля и подготовки студентов к изучению новой темы вначале каждой практической занятия преподавателем проводится индивидуальный или фронтальный устный (письменный) опрос по выполненным заданиям предыдущей темы. Критерии оценки: – правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе):

- полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
- сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
- логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);
- использование дополнительного материала (обязательное условие);
- рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов).

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

4.2.1 Вопросы, выносимые на экзамене в А семестре по дисциплине «Материалы и компоненты фотоники» для направления подготовки: 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль «Оптические системы локализации, связи и обработки информации» (промежуточная аттестация может быть выставлена по результатам выполнения лабораторных работ, практических заданий и активности студента на практических занятиях с учетом посещения лекций).

1. Локальные, структурные и композиционные эффекты в оптоэлектронных средах
2. Полупроводниковые твёрдые растворы
3. Люминесцентные структуры на основе органических материалов
4. Перспективные структуры на основе кремния и углерода.
5. Классификация оптических волноводов.
6. Основы оптики планарных волноводов.
7. Основы оптики полосковых волноводов.
8. Основы оптики фотоннокристаллических волноводов.
9. Основные оптические эффекты, приводящие к волноводному распространению электромагнитной волны.
10. Требования к оптическим материалам для интегральной оптики.
11. Монокристаллические диэлектрики и полупроводники.
12. Плёнкообразующие материалы.
13. Стекла
14. Методы производства оптоволокна
15. Методы производства микроструктурированного волокна
16. Оптические ситаллы.
17. Композитные материалы.
18. Методы вакуумного нанесения.
19. Золь-гель методы.
20. Методы диффузии.
21. Методы ионного обмена.
22. Методы лазерной абляции
23. Методы эпитаксии
24. Методы ионной имплантации
25. Методы диффузии.
26. Методы ионного обмена.
27. Методы фотолитографии
28. Физико-технологические предпосылки новых направлений фотоники.

Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:

ПК-5 - способностью использовать современную элементную базу и схемотехнику устройств инфокоммуникаций: знать физические основы производства материалов фотоники; уметь критически и обоснованно подходить к вопросам применения материалов фотоники в конкретных схемах оптической связи, сопоставляя особенности используемых материалов и параметры приборов; навыками практической работы с нелинейными оптическими материалами и компонентами. П-8 - готовностью использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС: знать устройство, особенности, основные характеристики и параметры компонент фотоники, разработанных на основе кристаллов, стёкол и композитов; уметь проводить теоретические и экспериментальные исследования в области ИКТиСС; владеть навыками работы с современной научно-технической литературой по передовым инфокоммуникационным технологиям ПК-9- способностью самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования, способностью участвовать в научных исследованиях в группе, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы: знать методы измерения оптических параметров волоконно-оптических линий связи и их

отдельных элементов; методы измерения основных параметров цифровых каналов и трактов ВОСП; принципы действия основных средств измерений оптического диапазона; уметь выполнять измерения основных параметров ВОЛС и основных параметров цифровых трактов ВОСП; владеть выполнением измерений основных параметров ВОЛС и основных параметров цифровых трактов ВОСП.

Оценивание результатов устных и письменных опросов на экзамене:

Уровень знаний определяется оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» - студент показывает полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано отвечает на поставленный вопрос, а также дополнительные вопросы, показывает высокий уровень теоретических знаний.

Оценка «хорошо» - студент показывает глубокие знания программного материала, грамотно его излагает, достаточно полно отвечает на поставленный вопрос и дополнительные вопросы, умело формулирует выводы. В тоже время при ответе допускает не существенные погрешности.

Оценка «удовлетворительно» - студент показывает достаточные, но не глубокие знания программного материала; при ответе не допускает грубых ошибок или противоречий, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами. Для получения правильного ответа требуется уточняющие вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» - студент показывает недостаточные знания программного материала, не способен аргументировано и последовательно его излагать, допускаются грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на поставленный вопрос или затрудняется с ответом.

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

5.1 Основная литература

1. Скларов О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. Издательство «Лань» ISBN: 978-5-8114-1028-6. 2016. Издание: 3-е изд., стер. https://e.lanbook.com/book/76830#book_name
2. Раскин, Александр Александрович. Технология материалов микро -, опто- и наноэлектроники: учебное пособие для студентов вузов. Ч. 1 / Раскин, Александр Александрович, В. К. Прокофьева; А. А. Раскин, В. К. Прокофьева. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 164 с.
3. Рошин, Владимир Михайлович. Технология материалов микро -, опто – и наноэлектроники: учебное пособие для студентов вузов. Ч. 2 / Рошин, Владимир Михайлович, М. В. Силибин; В. М. Рошин, М. В. Силибин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 180 с.: ил.
4. Оптика и фотоника. Принципы и применения : [учебное пособие : в 2 т.]. Т. 2 / Салех, Бахаа Е. А., М. Тейх ; Б. Салех, М. Тейх ; пер. с англ. В. Л. Дербова. – Долгопрудный : Интеллект, 2012.
5. Оптика и фотоника. Принципы и применения : [учебное пособие : в 2 т.]. Т. 1 / Салех, Бахаа Е. А., М. Тейх ; Б. Салех, М. Тейх ; пер. с англ. В. Л. Дербова. – Долгопрудный : Интеллект, 2012.

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. Рыжонков Д.И. Наноматериалы М.: БИНОМ, 2008.
2. Кларк Э.Р. Микроскопические методы исследования материалов. М.: Техносфера, 2007.
3. Мартинес-Дуарт Дж.М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники М.: Техносфера, 2007.
4. Рамбиди Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий. --М.: Физматлит, 2009
5. Кульчин, Ю.Н. Современная оптика и **фотоника** нано- и микросистем [Электронный ресурс] / Кульчин Ю. Н. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2016. - 440 с. - https://e.lanbook.com/book/91158#book_name.

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-sviaz.ru/.

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

1. <http://www.kubsu.ru/University/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.	История появления фотонных кристаллов	2	Устный ответ, текстовый документ.	1
2.	Фазовые диаграммы равновесия веществ.	5	Устный ответ, текстовый документ.	1
3.	Получение полупроводников семейства нитридов	2	Устный ответ, текстовый документ.	1
4.	Получение полупроводников $A^{II}B^{IV}$	2	Устный ответ, текстовый документ..	1
5	Расширение спектрального диапазона полупроводниковых соединений.	4	Устный ответ, текстовый документ.	1
6	Получение полупроводниковых компонент с квантовыми ямами	2	Устный ответ, текстовый документ.	1
7	Основные оптические эффекты, приводящие к волноводному распространению электромагнитной волны.	3	Устный ответ, текстовый документ.	1
8	Методы производства оптоволокна Методы производства микроструктурированного волокна	4	Устный ответ, текстовый документ.	1
9	Создание лазерно - и термостимулированных изменений в структуре примесных лазерных центров в стекле	3	Устный ответ, текстовый документ.	1
10	Методы лазерной абляции Методы эпитаксии Методы лазерной записи волноводов в стекле	3	Устный ответ, текстовый документ.	1
11	Алмазы, фуллерены, графен, углеродные нанотрубки	3	Устный ответ, текстовый документ.	1 4/6
12	Влияние дестабилизирующих факторов на свойства фотонных компонент Материалы ТГц электроники	4	Устный ответ, текстовый документ.	2
	Итого	37		13 4/6

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

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

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

8.1 Перечень информационных технологий

- Консультирование посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций на сайте Moodle КубГУ.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Операционная система Microsoft семейства Windows (7/8/10), в рамках программы компании Microsoft “Enrollment for Education Solutions” для компьютеров и серверов Кубанского государственного университета и его филиалов.
2. Офисный пакет приложений MS Office

8.3 Перечень информационных справочных систем:

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

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

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа – ауд. 209, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
2.	Семинарские занятия	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа – ауд. 209, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
3.	Лабораторные занятия	Учебные аудитории для проведения лабораторных работ – ауд. 119, 122 корп. С (ул. Ставропольская, 149)
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации – ауд. 209, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
5.	Самостоятельная работа	Аудитория для самостоятельной работы – ауд. 208, корп. С (ул. Ставропольская, 149)