

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор \_\_\_\_\_ А.  
Хатуров  
*подпись*  
«    » \_\_\_\_\_ 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.10 ФИЗИКА НЕЛИНЕЙНЫХ ЯВЛЕНИЙ**

Направление подготовки 03.04.03 Радиофизика

Направленность (профиль) Квантовые устройства и радиофотоника

Форма обучения очная

Квалификация магистр

Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.10 ФИЗИКА НЕЛИНЕЙНЫХ ЯВЛЕНИЙ**

составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки / специальности 03.04.03 Электроника и наноэлектроника

Программу составил(и):

В.В. Галуцкий, доцент,

кандидат физико-математических наук, доцент

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

подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.10 Физика нелинейных явлений \_\_\_\_\_

утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий \_\_\_\_\_

протокол № \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

и.о. заведующего кафедрой

*радиофизики и нанотехнологий* \_Галуцкий В.В. \_\_\_\_\_

фамилия, инициалы

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета/института \_\_\_\_\_

протокол № \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Председатель УМК факультета/института \_\_\_\_\_

фамилия, инициалы

подпись

Рецензенты:

Куликов О.Н., кандидат физико-математических наук, ведущий инженер по патентной и изобретательской работе в ООО «НК "Роснефть" – НТЦ»

Цема А.А., кандидат физико-математических наук, руководитель направления ПАО «Ростелеком»

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

**1.1 Цель освоения дисциплины:** формирование компетенций, связанных со знанием принципов работы и методами эксплуатации современного телекоммуникационного оборудования с учетом нелинейно-оптических явлений в области элементной базы систем оптической связи.

**1.2 Задачи дисциплины:** научить студентов принципам работы, методам проектирования, изготовления и эксплуатации и учета нелинейно-оптических эффектов в волоконных элементах сетей и средств связи. К числу таких нелинейно-оптических эффектов и явлений относятся вынужденное комбинационное рассеяние, вынужденное рассеяние Манделъштама-Бриллюэна, фазовая самомодуляция и фазовая перекрестная модуляция, новые типы оптических волокон.

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.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Физика нелинейных явлений» 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».

Знания, приобретенные при изучении дисциплины «Нелинейная оптика в информационных системах», необходимы для учета нелинейно-оптических эффектов в оптических системах передачи и обработки информации, создания и эксплуатации современных 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-17)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-1	готовностью содействовать внедрению перспективных технологий и стандартов	принципы построения, международные рекомендации ITU, технические характеристики оптических систем связи; знать элементную базу волоконно-оптических систем связи;	уметь проводить моделирование свойств элементов и систем оптической связи;	навыками эксплуатации современных оптоэлектронных и квантовых приборов и оборудования, используемого в оптических и волоконнооптических системах связи.
2	ПК-17	способностью применять современные	нелинейно-оптические	применять полученные со-	навыками эксплуатации со-

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики	воздействия в инфокоммуникационном оборудовании  основные свойства элементной базы средств и сетей оптической и волоконнооптической связи.	временные теоретические знания к практической организации монтажа и настройки инфокоммуникационного оборудования	временных оптоэлектронных и квантовых приборов и оборудования, используемого в оптических и волоконнооптических системах связи.

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)				
		6	___			
<b>Контактная работа, в том числе:</b>						
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>12</b>	<b>12</b>				
Занятия лекционного типа	4	4	-	-	-	
Лабораторные занятия	4	4	-	-	-	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	4	4	-	-	-	
	-	-	-	-	-	
<b>Иная контактная работа:</b>						
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-				
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3				
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>						
Курсовая работа	-	-	-	-	-	
Проработка учебного (теоретического) материала	115	115	-	-	-	
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	-	-	-	-	-	
Реферат	-	-	-	-	-	
Подготовка к текущему контролю	8	8	-	-	-	
<b>Контроль:</b>						
Подготовка к экзамену	8,7	8,7				
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>	-	-	-
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>12,3</b>	<b>12,3</b>			
	<b>зач. ед</b>	<b>4</b>	<b>4</b>			

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре (заочная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Нелинейные оптические явления в одномодовых волокнах	18			2	16
2.	Фазовая самомодуляция и перекрестная фазовая модуляция	19	2			17
3.	Четырехволновое смешение	20			2	18
4.	Вынужденное комбинационное рассеяние	20	2			18
5.	Рассеяние Мандельштама-Бриллюэна	20		2		18
6.	Одномодовые волокна новых типов	19		1		18
7.	Оптические волокна специальных типов	19		1		18
8.	Подготовка к экзамену	8,7				
	<i>Итого по дисциплине:</i>		4	4	4	123

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.	Нелинейные оптические явления в одномодовых волокнах	Дисперсия групповых скоростей. Разные режимы распространения. Дисперсия высшего порядка. Применение в оптических линиях связи. Нелинейное преломление. Спонтанное комбинационное или Рамановское рассеяние.	Анкетирование, опрос, практические задания
2.	Фазовая самомодуляция и перекрестная фазовая модуляция	Спектральное уширение под действием фазовой самомодуляции. Влияние дисперсии групповых скоростей. Образование ударной огибающей.	Анкетирование, опрос, практические задания
3.	Четырехволновое смешение	Четырехволновое смешение в волноводах. Генерация терагерцового излучения при четырехволновом смешении	Анкетирование, опрос, практические задания
4.	Вынужденное комбинационное рассеяние	Вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР). Квазинепрерывное ВКР. Волоконные ВКР-лазеры. Волоконные ВКР-усилители. Перекрестные помехи, обусловленные ВКР.	Анкетирование, опрос, практические задания
5.	Рассеяние Ман-	Истощение накачки и насыщение усиления. Ди-	Анкетирование,

	дельштама-Бриллюэна	намика вынужденного рассеяния Мандельштама-Бриллюэна (ВРМБ). Применения в системах оптической связи.	опрос, практические задания
6.	Одномодовые волокна новых типов	Волокна компаний Lucent Technologies и Corning	Ответы на контрольные вопросы и задания.
7.	Оптические волокна специальных типов	Оптические волокна с отрицательной дисперсией Полимерные оптические волокна Брегговские оптические волокна	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.	Нелинейные оптические явления в одномодовых волокнах	Оптические солитоны. Фундаментальные солитоны и солитоны высших порядков. Солитонные лазеры. Солитонные линии связи. Частотная модуляция. Взаимодействие солитонов.	Анкетирование, опрос, практические задания
2.	Фазовая самомодуляция и перекрестная фазовая модуляция	Нелинейное взаимодействие, обусловленное фазовой кросс (перекрестной) модуляции (ФКМ). Изменение формы импульсов. Поляризационная неустойчивость. Модуляционная неустойчивость, вызванная ФКМ. Спектральные и временные эффекты. Невзаимность, вызванная ФКМ.	Анкетирование, опрос, практические задания
3.	Четырехволновое смешение	Параметрическое усиление. Фазовый синхронизм в одномодовых волокнах. Фазовое согласование в двулучепреломляющих световодах.	Анкетирование, опрос, практические задания
4.	Вынужденное комбинационное рассеяние	ВКР сверхкоротких импульсов. Волоконные ВКР лазеры с синхронной накачкой. Солитонные эффекты при ВКР.	Анкетирование, опрос, практические задания
5.	Рассеяние Мандельштама-Бриллюэна	Волоконные ВРМБ лазеры. Волоконные ВРМБ усилители.	Анкетирование, опрос, практические задания
6.	Одномодовые волокна новых типов	Волокна компаний Lucent Technologies и Corning	Анкетирование, опрос, практические задания
7.	Оптические волокна специальных типов	Микроструктурированные оптические волокна и фотонные кристаллы	Анкетирование, опрос, практические задания

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4

1.	Дисперсия групповых скоростей	Отчет по лабораторной работе
2.	Параметрическое усиление. Фазовый синхронизм. Фазовое согласование в двулучепреломляющих световодах.	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	Скляров О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. Издательство "Лань" ISBN: 978-5-8114-1028-6. 2016. Издание: 3-е изд., стер. <a href="https://e.lanbook.com/book/76830#book_name">https://e.lanbook.com/book/76830#book_name</a> Фокин, Владимир Григорьевич. Оптические системы передачи и транспортные сети [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям 21040165 "Физика и техника оптической связи", 21040465 "Многоканальные телекоммуникационные системы", 21040665 "Сети связи и системы коммуникации" / В. Г. Фокин. - Москва : Эко-Трендз, 2008 Гордиенко, В. Н. Многоканальные телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В. Н. Гордиенко, М. С. Тверецкий. - М. : Горячая линия-Телеком, 2013. - 396 с. - <a href="https://e.lanbook.com/book/11830">https://e.lanbook.com/book/11830</a> .
2	Подготовка к практическим занятиям	Гордиенко, В. Н. Многоканальные телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В. Н. Гордиенко, М. С. Тверецкий. - М. : Горячая линия-Телеком, 2013. - 396 с. - <a href="https://e.lanbook.com/book/11830">https://e.lanbook.com/book/11830</a> . Кившарь, Юрий С. Оптические солитоны. От световодов к фотонным кристаллам [Текст] / Ю. С. Кившарь, Г. П. Агравал ; пер. с англ. под ред. Н. Н. Розанова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. Розанов, Николай Николаевич. Диссипативные оптические солитоны. От микро- к нано- и атто- [Текст] / Н. Н. Розанов. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011 Манцызов, Борис Иванович. Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов [Текст] / Б. И. Манцызов. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009 Диссипативные солитоны [Текст] / ред. Н. Ахмедиев и А. Анкевич ;

		<p>пер. с англ. под ред. Н. Н. Розанова. - М. : ФИЗМАТЛИТ , 2008</p> <p>Мендес, Алексис. Справочник по специализированным оптическим волокнам [Текст] / А. Мендес, Т. Ф. Морзе ; пер. с англ. Н. Л. Бирюкова ; под ред. К. А. Пестрецово́й. - Москва : Техносфера, 2012</p> <p>Волоконно-оптическая техника: современное состояние и новые перспективы [Текст] : [сборник статей] / [под ред. С. А. Дмитриева, Н. Н. Слепова]. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Техносфера : Волоконно-оптическая техника, 2010</p>
3	Подготовка к выполнению лабораторных работ	<p>Гордиенко, В. Н. Многоканальные телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В. Н. Гордиенко, М. С. Тверецкий. - М. : Горячая линия-Телеком, 2013. - 396 с. - <a href="https://e.lanbook.com/book/11830">https://e.lanbook.com/book/11830</a>.</p> <p>Крук, Борис Иванович. Телекоммуникационные системы и сети [Текст] : учебное пособие для студентов вузов связи и колледжей. Т. 1 : Современные технологии / Б. И. Крук, В. Н. Попантонопуло, В. П. Шувалов ; под ред. В. П. Шувалова. - [4-е изд., испр. и доп.]. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2013.</p> <p>Оптические телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учебник / В. Н. Гордиенко [и др.]. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. - 368 с. - <a href="https://e.lanbook.com/book/5147">https://e.lanbook.com/book/5147</a>.</p> <p>Волоконно-оптическая техника: современное состояние и новые перспективы [Текст] : [сборник статей] / [под ред. С. А. Дмитриева, Н. Н. Слепова]. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Техносфера : Волоконно-оптическая техника, 2010.</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
---------	-------------	----------------------------	------------------

6	Лекции	Интерактивная лекция с мультимедийной системой.	4
	Практические работы	Индивидуальное выполнение практических заданий.	4
	Лабораторные занятия	Индивидуальное выполнение лабораторных заданий.	4
<i>Итого:</i>			12

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

##### Раздел 1.

Поясните эффект нелинейного преломления.

К каким эффектам приводит зависимость коэффициента преломления от интенсивности оптического сигнала?

Почему нелинейные эффекты в кварцевом волокне могут наблюдаться при относительно низких мощностях?

Запишите уравнение, описывающее распространение света в оптическом волокне.

Из каких уравнений оно выводится? Запишите их.

##### Раздел 2.

Опишите спектральное уширение под действием фазовой самомодуляции.

Объясните влияние дисперсии групповых скоростей.

Что такое ударная огибающая?

Почему происходит изменение формы импульса при ФКМ?

С чем связана поляризационная неустойчивость?

Каким явлением вызвана модуляционная неустойчивость и почему?

Что такое невязимость, вызванная ФКМ?

##### Раздел 3.

В чем состоит основное отличие параметрического взаимодействия от ВКР и ВРМБ?

Поясните графически зависимость параметрического усиления от расстройки волновых векторов и мощности накачки.

Чем обусловлено смещение максимума усиления от точки нулевой расстройки?

##### Раздел 4.

Нарисуйте и поясните спектр ВКР.

Что такое скорость перестройки ВКР-лазера и от чего она зависит?

Поясните графически режим насыщенного усиления ВКР-усилителя.

Что такое перекрестные помехи, обусловленные ВКР?

##### Раздел 5.

Что такое истощение накачки и насыщение усиления ВРМБ?

Что такое устойчивая и неустойчивая области ВРМБ при наличии обратной связи?

Нарисуйте схему экспериментальной установки для наблюдения ВРМБ.  
Нарисуйте схему кольцевого волоконного ВРМБ-лазера.

Раздел 6.

Расскажите что такое положительная и отрицательная обратная связь. Их преимущества и случаи, когда они применяются.

Выведите условия для баланса амплитуд излучения в оптическом генераторе. Как оно зависит от типа резонатора: проходного и отражательного?

Выведите условие резонанса для фаз. Что происходит, если инвертируемая резонансная линия шире расстояния между соседними резонансами?

Выведите выражение для огибающей интенсивности излучения в случае синхронизации нескольких мод одинаковой интенсивности.

Раздел 7.

Где применяются оптические волокна с отрицательной дисперсией?

В чем преимущества полимерных оптических волокон?

Объясните область использования и принцип действия Брэгговских оптических волокон.

#### **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.**

Итоговый контроль осуществляется в виде экзамена в конце 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 «Нелинейная оптика в информационных системах» Физико-технический факультет, 3 курс.**

1. Дисперсия групповых скоростей. Разные режимы распространения. Дисперсия высшего порядка. Применение в оптических линиях связи. Нелинейное преломление.
2. Спонтанное комбинационное или Рамановское рассеяние.
3. Оптические солитоны. Фундаментальные солитоны и солитоны высших порядков.
4. Солитонные лазеры. Солитонные линии связи.
5. Частотная модуляция. Взаимодействие солитонов
6. Спектральное уширение под действием фазовой самомодуляции. Влияние дисперсии групповых скоростей.
7. Образование ударной огибающей
8. Нелинейное взаимодействие, обусловленное фазовой кросс (перекрестной) модуляцией (ФКМ).
9. Изменение формы импульсов.
10. Поляризационная неустойчивость.
11. Модуляционная неустойчивость, вызванная ФКМ.
12. Спектральные и временные эффекты ФКМ.
13. Невзаимность, вызванная ФКМ
14. Четырехволновое смешение в волноводах.
15. Генерация терагерцового излучения при четырехволновом смешении
16. Параметрическое усиление. Фазовый синхронизм в одномодовых волокнах.
17. Фазовое согласование в двулучепреломляющих световодах
18. Вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР). Квазинепрерывное ВКР.
19. Волоконные ВКР-лазеры. Волоконные ВКР-усилители.
20. Перекрестные помехи, обусловленные ВКР

21. ВКР сверхкоротких импульсов.
22. Волоконные ВКР лазеры с синхронной накачкой. Солитонные эффекты при ВКР.
23. Истощение накачки и насыщение усиления ВРМБ.
24. Динамика вынужденного рассеяния Манделъштама-Бриллюэна (ВРМБ). Применения в системах оптической связи
25. Волоконные ВРМБ лазеры. Волоконные ВРМБ усилители
26. Волокна компаний Lucent Technologies и Corning
27. Оптические волокна с отрицательной дисперсией
28. Полимерные оптические волокна
29. Брегговские оптические волокна
30. Микроструктурированные оптические волокна и фотонные кристаллы

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. Скляров 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](https://e.lanbook.com/book/76830#book_name)
2. Фокин, Владимир Григорьевич. Оптические системы передачи и транспортные сети [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям 21040165 "Физика и техника оптической связи", 21040465 "Многоканальные телекоммуникационные системы", 21040665 "Сети связи и системы коммуникации" / В. Г. Фокин. - Москва : Эко-Трендз, 2008
3. Гордиенко, В. Н. Многоканальные телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учебник для вузов / В. Н. Гордиенко, М. С. Тверецкий. - М. : Горячая линия-Телеком, 2013. - 396 с. - <https://e.lanbook.com/book/11830>

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. Крук, Борис Иванович. Телекоммуникационные системы и сети [Текст] : учебное пособие для студентов вузов связи и колледжей. Т. 1 : Современные технологии / Б. И. Крук, В. Н. Попантопуло, В. П. Шувалов ; под ред. В. П. Шувалова. - [4-е изд., испр. и доп.]. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2013
2. Оптические телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учебник / В. Н. Гордиенко [и др.]. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. - 368 с. - <https://e.lanbook.com/book/5147>.
3. Кившарь, Юрий С. Оптические солитоны. От световодов к фотонным кристаллам [Текст] / Ю. С. Кившарь, Г. П. Агравал ; пер. с англ. под ред. Н. Н. Розанова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005.
4. Розанов, Николай Николаевич. Диссипативные оптические солитоны. От микро- к нано- и атто- [Текст] / Н. Н. Розанов. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011
5. Манцызов, Борис Иванович. Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов [Текст] / Б. И. Манцызов. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009
6. Диссипативные солитоны [Текст] / ред. Н. Ахмедиев и А. Анкевич ; пер. с англ. под ред. Н. Н. Розанова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008
7. Мендес, Алексис. Справочник по специализированным оптическим волокнам [Текст] / А. Мендес, Т. Ф. Морзе ; пер. с англ. Н. Л. Бирюкова ; под ред. К. А. Пестрецов. - Москва : Техносфера, 2012
8. Волоконно-оптическая техника: современное состояние и новые перспективы [Текст] : [сборник статей] / [под ред. С. А. Дмитриева, Н. Н. Слепова]. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Техносфера : Волоконно-оптическая техника, 2010

### 5.3 Периодические издания:

1. Журнал «Фотон-экспресс» / [www.fotonexpress.ru](http://www.fotonexpress.ru) /
2. Журнал «Lightwave Russian Edition» / [www.lightwave-russia.com/](http://www.lightwave-russia.com/) /
3. Журнал «Вестник связи» / [www.vestnik-sviazy.ru](http://www.vestnik-sviazy.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.	Нелинейные оптические явления в одномодовых волокнах	16	Устный ответ, текстовый документ.	2
2.	Фазовая самомодуляция и перекрестная фазовая модуляция	17	Устный ответ, текстовый документ.	3

№ темы	Тема или задание текущей работы	Кол-во часов	Форма представления результатов	Сроки выполнения (недели)
3.	Четырехволновое смещение	18	Устный ответ, текстовый документ.	2
4.	Вынужденное комбинационное рассеяние	18	Устный ответ, текстовый документ..	2
5	Рассеяние Мандельштама-Бриллюэна	18	Устный ответ, текстовый документ.	3
6	Одномодовые волокна новых типов	18	Устный ответ, текстовый документ.	2
7	Оптические волокна специальных типов	18	Устный ответ, текстовый документ.	2
	<b>Итого</b>	<b>123</b>		<b>16</b>

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

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

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

### **8.1 Перечень информационных технологий.**

Лекции: интерактивная лекция с мультимедийной системой с активным вовлечением вовлечение 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 программы компании Microsoft “Enrollment for Education Solutions” для компьютеров и серверов Кубанского государственного университета и его филиалов, Антивирусная защита физических рабочих станций и серверов: Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition.

### **8.3 Перечень информационных справочных систем:**

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

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

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО).
2.	Семинарские занятия	Специальное помещение, оснащенное презентационной

		техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО).
3.	Лабораторные занятия	Лаборатория №119С, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения источниками и приемниками лазерного излучения, приборами для анализа свойств лазерного излучения, компьютерами для обработки экспериментальных данных
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория, (кабинет) укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения
5.	Самостоятельная работа	Кабинет №207 С для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.