

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



Т.А. Хагуров

2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
***Б1.В.04 НЕЛИНЕЙНАЯ ОПТИКА В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ***

*(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

*(бакалавр, магистр, специалист)*

Рабочая программа дисциплины Б1.В.04 «Нелинейная оптика в информационных системах» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»


Программу составил:

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



подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.04 «Нелинейная оптика в информационных системах» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 9 от 13 апреля 2022 г.  
Заведующий кафедрой оптоэлектроники  
д-р техн. наук, профессор Н.А. Яковенко



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 8 от 15 апреля 2022 г.  
Председатель УМК ФТФ  
д-р физ.-мат. наук, профессор Н.М. Богатов



подпись

Рецензенты:

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

Исаев В.А., д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий

## Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Целью дисциплины «Нелинейная оптика в информационных системах» является формирование компетенций, связанных со знанием принципов работы и методами эксплуатации современного телекоммуникационного оборудования с учетом нелинейнооптических явлений в области элементной базы систем оптической связи.

### 1.2 Задачи дисциплины

Дисциплина «Нелинейная оптика в информационных системах» ставит перед собой задачу научить студентов принципам работы, методам проектирования, изготовления и эксплуатации и учета нелинейно-оптических эффектов в волоконных элементах сетей и средств связи. К числу таких нелинейнооптических эффектов и явлений относятся вынужденное комбинационное рассеяние, вынужденное рассеяние МанделштамаБриллюэна, 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 Б1.В.08 «Нелинейная оптика в информационных системах» 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 ИТУ, технические характеристики и оптических систем связи; знать элементную базу волоконнооптических систем связи;	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 теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики	нелинейно-оптические воздействия в инфокоммуникационном оборудовании основные свойства элементной базы средств сетей оптической и волоконнооптической связи.	применять полученные современные теоретические знания к практической организации монтажа и настройки инфокоммуникационного оборудования	навыками эксплуатации современных 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 ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)
		6
<b>Контактная работа, в том числе:</b>		
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>48</b>	<b>48</b>
Занятия лекционного типа	16	16

Лабораторные занятия		16	16
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		16	16
<b>Иная контактная работа:</b>			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		8	8
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>		<b>87,8</b>	<b>87,8</b>
Курсовая работа		-	-
Проработка учебного (теоретического) материала		80	80
Подготовка к текущему контролю		7,8	7,8
<b>Контроль:</b>			
Подготовка к экзамену		-	-
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
	<b>в том числе</b>	<b>56,2</b>	<b>56,2</b>
	<b>контактная работа</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
	<b>зач. ед</b>		

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре (очная 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	22	2	4	4	12
2.	Фазовая самомодуляция и перекрестная фазовая модуляция	19	4	2		13
3.	Четырехволновое смешение	22	2	2	6	12
4.	Вынужденное комбинационное рассеяние	23	2	2	6	13
5.	Рассеяние Мандельштама-Бриллюэна	16	2	2		12
6.	Одномодовые волокна новых типов	17	2	2		13
7.	Оптические волокна специальных типов	16,8	2	2		12,8
8.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	8				
9.	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				

	<i>Итого по дисциплине:</i>	144	16	16	16	87,8
--	-----------------------------	-----	----	----	----	------

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента, КСР – контроль самостоятельной работы, 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.	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.	Опрос, практическое
2.	Фазовая самомодуляция и перекрестная фазовая модуляция	Спектральное уширение под действием фазовой самомодуляции. Влияние дисперсии групповых скоростей. Образование ударной огибающей.	Опрос, практические задания
3.	Четырехволновое смешение	Четырехволновое смешение в волноводах. Генерация терагерцового излучения при четырехволновом смешении	Опрос, практические задания
4.	Вынужденное комбинационное рассеяние	Вынужденное комбинационное рассеяние (ВКР). Квезинепрерывное ВКР. Волоконные ВКР-лазеры. Волоконные ВКР-усилители. Перекрестные помехи, обусловленные ВКР.	Опрос, практические задания
5.	Рассеяние Манделштама-Бриллюэна	Истошение накачки и насыщение усиления. Динамика вынужденного рассеяния Манделштама-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.	Опрос, практические задания
2.	Фазовая самомодуляция и перекрестная фазовая модуляция	Нелинейное взаимодействие, обусловленное фазовой кросс (перекрестной) модуляцией (ФКМ). Изменение формы импульсов. Поляризационная неустойчивость. Модуляционная неустойчивость, вызванная ФКМ. Спектральные и временные эффекты. Невзаимность, вызванная ФКМ.	Опрос, практические задания
3.	Четырехволновое смешение	Параметрическое усиление. Фазовый синхронизм в одномодовых волокнах. Фазовое согласование в двулучепреломляющих световодах.	Опрос, практические задания
4.	Вынужденное комбинационное рассеяние	ВКР сверхкоротких импульсов. Волоконные ВКР лазеры с синхронной накачкой. Солитонные эффекты при ВКР.	Опрос, практические задания
5.	Рассеяние Манделштама-Бриллюэна	Волоконные ВРМБ лазеры. Волоконные ВРМБ усилители.	Опрос, практические задания
6.	Одномодовые волокна новых типов	Волокна компаний Lucent Technologies и Corning	Опрос, практические задания
7.	Оптические волокна специальных типов	Микроструктурированные оптические волокна и фотонные кристаллы	Опрос, практические задания

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Раздел дисциплины	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4

1.	1	Дисперсия групповых скоростей	Отчет по лабораторной работе
2.	2	Параметрическое усиление. Фазовый синхронизм. Фазовое согласование в двулучепреломляющих световодах.	Отчет по лабораторной работе
3.	4	Изучение спектров комбинационного рассеяния оптических материалов	Отчет по лабораторной работе

**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
	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	Проработка учебного (теоретического) материала	
3	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
6	Лекции	Интерактивная лекция с мультимедийной системой.	16
	Практические работы	Индивидуальное выполнение практических заданий.	16
	Лабораторные занятия	Индивидуальное выполнение лабораторных заданий.	16
<i>Итого:</i>			48

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.

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 невязанность, 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.

### **Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:**

ПК-1 - готовностью содействовать внедрению перспективных технологий и стандартов: знать принципы построения, международные рекомендации ИТУ, технические характеристик и оптических систем связи; знать элементную базу волоконно-оптических систем связи.

### **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.**

Промежуточная аттестация осуществляется в виде зачета в конце семестра. На зачете студентам предлагается ответить на 4 вопроса по материалам учебной дисциплины. По итогам ответа на зачете преподаватель оценивает знания студента. Зачет является итогом дисциплины.

### **Вопросы к зачету 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) модуляции (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 смещение в волноводах.
15. Генерация терагерцового излучения при четырехволновом смещении 16.
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 Манделштама-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

**Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:**

ПК-1 - готовностью содействовать внедрению перспективных технологий и стандартов: знать принципы построения, международные рекомендации ITU, технические характеристик и оптических систем связи; знать элементную базу волоконно-оптических систем связи; уметь проводить моделирование свойств элементов и систем оптической связи; владеть навыками эксплуатации современных оптоэлектронных и квантовых приборов и оборудования, используемого в оптических и волоконно-оптических системах связи. ПК-17 способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики: знать нелинейно-оптические воздействия в инфокоммуникационном оборудовании основные свойства элементной базы средств и сетей оптической и волоконно-оптической связи; уметь применять полученные современные теоретические знания к практической организации монтажа и настройки инфокоммуникационного оборудования; владеть навыками эксплуатации современных оптоэлектронных и квантовых приборов и оборудования, используемого в оптических и волоконно-оптических системах связи.

Оценки «зачет» заслуживает обучающийся который, как минимум, показал знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий,

предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка "зачет" выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на зачете и при выполнении практических заданий, выносимых на зачет, но обладающим необходимыми знаниями и умениями для их устранения при корректировке со стороны преподавателя.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, обнаружившему существенные пробелы в знаниях основного программного материала по дисциплине, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий (отсутствие знаний значительной части программного материала; непонимание основного содержания теоретического материала; неспособность ответить на уточняющие вопросы; неумение применять теоретические знания при решении практических задач допустившему принципиальные ошибки, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической профессиональной деятельности по окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине).

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. Скляр 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. Крук, Борис Иванович. Телекоммуникационные системы и сети: 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
3. Фокин, Владимир Григорьевич. Оптические системы передачи и транспортные сети: 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
4. Оптические телекоммуникационные системы : учебник для студентов / В. Н. Гордиенко, В. В. Крухмалев, А. Д. Моченов, Р. М. Шарафутдинов ; под ред. В. Н. Гордиенко. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2011

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. Розанов, Николай Николаевич. Диссипативные оптические солитоны. От микро- к нано- и атто- / Н. Н. Розанов . - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011
2. Манцызов, Борис Иванович. Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов / Б. И. Манцызов. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009
3. Диссипативные солитоны / ред. Н. Ахмедиев и А. Анкевич ; пер. с англ. под ред. Н. Н. Розанова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008
4. Мендес, Алексис. Справочник по специализированным оптическим волокнам \ / А. Мендес, Т. Ф. Морзе ; пер. с англ. Н. Л. Бирюкова ; под ред. К. А. Пестрецов. - Москва : Техносфера, 2012
5. Волоконно-оптическая техника: современное состояние и новые перспективы \ / [под ред. С. А. Дмитриева, Н. Н. Слепова]. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Техносфера : Волоконно-оптическая техника, 2010
6. Делоне Н. Б. Нелинейная оптика / Н.Б Делоне – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 64 с.

**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-sviaz.ru](http://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).**

№	Наименование раздела	Содержание самостоятельной работы	Примерный бюджет времени на выполнение уч. час. (СРС)	Сроки выполнения задания (номер учебной недели семестра)	Форма отчетности по заданию	Форма контроля
1.	Нелинейные оптические явления в одномодовых волокнах	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	4	1-3	Зачет	устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	3	2-3		Письменная работа
		Подготовка к лабораторным занятиям	3	2-3		устный опрос

№	Наименование раздела	Содержание самостоятельной работы	Примерный бюджет времени на выполнение уч. час. (СРС)	Сроки выполнения задания (номер учебной недели семестра)	Форма отчетности по заданию	Форма контроля
		Оформление технического отчета по лабораторной работе	2	3		письменная работа, устный опрос

2.	Фазовая само модуляция и перекрестная фазовая модуляция	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	7	4	Зачет	устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	6	4	ПЗ	Письменная работа
3.	Четырехволновое смешение	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	4	5-6	Зачет	устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	3	5	ПЗ	Письменная работа
		Подготовка к лабораторным занятиям	3	5	ЛР	устный опрос
		Оформление технического отчета по лабораторной работе	2	6	ЛР	письменная работа, устный опрос
4.	Вынужденное комбинационное рассеяние	Проработка учебного (теоретическо	5	7-8	Зачет	устный опрос

№	Наименование раздела	Содержание самостоятельной работы	Примерный бюджет времени на выполнение уч. час. (СРС)	Сроки выполнения задания (номер учебной недели семестра)	Форма отчетности по заданию	Форма контроля
---	----------------------	-----------------------------------	-------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------	-----------------------------	----------------



		го материала) подготовка к текущей и промежуточн ой аттестации				
		Подготовка к лабораторным занятиям	5	7-8	ЛР	устный опрос
		Оформление технического отчета по лабораторной работе	3	7-8	ЛР	письмен ная работа, устный опрос
5.	Рассеяние Мандельштам а-Бриллюэна	Проработка учебного (теоретическо го материала) подготовка к текущей и промежуточн ой аттестации	6	9-10	Зачет	устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	6	10	ПЗ	Письмен ная работа
6.	Одномодовые волокна новых типов	Проработка учебного (теоретическо го материала) подготовка к текущей и промежуточн ой аттестации	7	11-13	Зачет	устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	6	13-14	ПЗ	Письмен ная работа
7.	Оптические волокна специальных	Проработка учебного (теоретическо	7	15-16	Зачет	устный опрос

№	Наименование раздела	Содержание самостоятельной работы	Примерный бюджет времени на выполнение уч. час. (СРС)	Сроки выполнения задания (номер учебной недели семестра)	Форма отчетности по заданию	Форма контроля
	типов	го материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации				
		Подготовка к практическим занятиям	5,8	15-16	ПЗ	Письменная работа
8.	<b>Итого</b>		<b>87,8</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.

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

### 8.2 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Операционная система MS Windows
2. Офисный пакет приложений Microsoft Office

### 8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU ([/](http://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. 315, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
2.	Семинарские занятия	Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, промежуточной аттестации и текущего контроля – ауд. 315, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
3.	Лабораторные занятия	Учебные аудитории для проведения лабораторных работ – ауд. 119, корп. С, (ул. Ставропольская, 149)
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, промежуточной аттестации и текущего контроля – ауд. 315, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
5.	Самостоятельная работа	Аудитория для самостоятельной работы – ауд. 208, корп. С (ул. Ставропольская, 149)