

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

\_\_\_\_\_ Хагуров Т.А.

подпись

«29» \_\_\_\_\_ 2020 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### ***Б1.В.17 ВОЛОКОННЫЕ ЛАЗЕРЫ И УСИЛИТЕЛИ***

*(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 \_\_\_\_\_

заочная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация \_\_\_\_\_

бакалавр

*(бакалавр, магистр, специалист)*

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Б1.В.17 «Волоконные лазеры и усилители» 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.17 «Волоконные лазеры и усилители» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 10 от 17 апреля 2020 г.

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



\_\_\_\_\_

подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 9 от 20 апреля 2020 г.

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



\_\_\_\_\_

подпись

Рецензенты:

Воеводин Е.М., канд. техн. наук, начальник подразделения надёжности и качества АО «КПЗ «Каскад»

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

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

**1.1 Цель освоения дисциплины:** состоят в получении студентами теоретических знаний, практических умений и навыков по принципам и физическим основам работы лазеров и лазерных систем, необходимых и достаточных для осуществления всех видов профессиональной деятельности, предусмотренной образовательным стандартом.

**1.2 Задачи дисциплины:** Задачами дисциплины являются изучение студентами основ физики, режимов работы, параметров, характеристик и типов лазеров, свойств лазерного излучения, оптических систем формирования и преобразования лазерных пучков и областей применения лазеров, а также приобретения студентами умений и навыков по практической работе с лазерными системами.

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

Дисциплина «Б1.В.ДВ.08.01 ВОЛОКОННЫЕ ЛАЗЕРЫ И УСИЛИТЕЛИ» относится к **вариативной** части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных по базовым дисциплинам учебного плана («Физика» (разделы «Оптика», «Атомная физика»), «Общая теория связи» и «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей»), и является основой для изучения следующих дисциплин: «Оптоэлектронные и квантовые приборы», «Проектирование, строительство и эксплуатация ВОЛС».

Знания, приобретенные в процессе прохождения курса, необходимы для получения базового уровня в понимании физики оптических процессов, принципов работы оптических усилителей и работы квантовых устройств.

### 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-19, ПК-28)

№ п.п.	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-5	способностью проводить работы по управлению потоками трафика на сети	о преимуществах и недостатках оптических усилителей и лазеров как источников когерентного излучения;	анализировать преимущества и недостатки оптических усилителей и лазеров	навыками практической работы с лазерами различных типов;
2	ПК-19	готовностью к организации работ по практическому использованию и внедрению результатов исследований	Об основных направлениях практического использования лазерного излучения и возможностях лазерных приборов	Анализируют основные направления практического использования лазерного излучения и возможности лазерных приборов	навыками исследований характеристик оптических усилителей и лазеров;

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
	ПК-32	способностью готовить техническую документацию на ремонт и восстановление работоспособности инфокоммуникационного оборудования	основы квантовой электроники и лазерной физики и техники; физические процессы, происходящие в усилителях и лазерах; особенности лазеров различных типов и их технические характеристики; основные особенности распространения и преобразования лазерного излучения оптическими элементами и системами	Анализировать основные направления практического использования лазерного излучения и возможности лазерных приборов	навыками практической измерений параметров лазерного излучения

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ЗФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		7	8		
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>12</b>		
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>					
Занятия лекционного типа	6	6		-	-
Лабораторные занятия	8	2	6	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	6		6	-	-
				-	-
<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	131	90	41	-	-



Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	-	-	-	-	-
Реферат	-	-	-	-	-
Подготовка к текущему контролю	20	10	10	-	-
<b>Контроль:</b>					
Подготовка к зачету					
Подготовка к экзамену	8,7		8,7		
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>180</b>	<b>108</b>	<b>72</b>	<b>-</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>20,3</b>	<b>8</b>	<b>12,3</b>	
	<b>зач. ед</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре (заочная форма)

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Взаимодействие излучения с инверсной средой в волокне	34	2	2		30
2.	Структурная схема оптического усилителя и лазера	34		2	2	30
3.	Оптические резонаторы волоконных лазеров	32	2			30
4.	Режимы работы лазеров	35		2	2	31
5.	Распространение лазерного излучения в атмосфере, воде, космосе и оптическом волокне	36	2		4	30
6.	Подготовка к экзамену	9				
	<i>Итого по дисциплине:</i>	180	6	6	8	151

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.	Взаимодействие излучения с инверсной средой в волокне	Условия усиления электромагнитных волн в идеальной среде. Закон Бутера для нормальной и инверсной сред. Ненасыщенный показатель усиления, зависимость его от частоты. Усиление света в реальной среде.	Анкетирование, опрос, практические задания

		Коэффициент потерь. Активная часть контура усиления. Насыщение усиления. Усиление с учетом эффекта насыщения. Деформация контура усиления в случаях однородного и неоднородного уширения линий. Зависимость потока излучения от пути в усиливающей среде. Сужение спектра при прохождении излучения через усиливающую среду.	
2.	Структурная схема оптического усилителя и лазера	Основные элементы оптического усилителя (на примере усилителя EDFA) и лазера (лазер на основе YAG:Er; YAG:Yb; YAG:Yb,Er и волоконные лазеры). Лазер как усилитель с положительной обратной связью.	Анкетирование, опрос, практические задания
3.	Оптические резонаторы волоконных лазеров	Оптический резонатор с активным веществом. Основные процессы, происходящие в активном резонаторе: усиление и потери мощности, формирование модового состава излучения, спектральных характеристик, "затягивание" частот, конкуренция и деформация мод.	Анкетирование, опрос, практические задания
4.	Режимы работы лазеров	Режим свободной генерации. Режим модуляции добротности резонатора. Режим синхронизации мод.	Ответы на контрольные вопросы и задания.
5.	Распространение лазерного излучения в атмосфере, воде, космосе и оптическом волокне	Особенности прохождения лазерного излучения в оптическом волокне.	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.	Взаимодействие излучения с инверсной средой в волокне	Общие принципы создания инверсии. Методы заселения и расселения уровней. Способы создания инверсии в различных средах.	Анкетирование, опрос, практические задания
2.	Структурная схема оптического усилителя и лазера	Роль спонтанного излучения в развитии генерации.	Анкетирование, опрос, практические задания
3.	Оптические резонаторы волоконных лазеров	Оптический резонатор с активным веществом. Основные процессы, происходящие в активном резонаторе: усиление и потери мощности, формирование модового состава излучения, спектральных характеристик, "затягивание" частот,	Анкетирование, опрос, практические задания

		конкуренция и деформация мод.	
4.	Режимы работы лазеров	Многомодовый, одномодовый и одночастотный режим.	Анкетирование, опрос, практические задания
5.	Распространение лазерного излучения в атмосфере, воде, космосе и оптическом волокне	Особенности прохождения лазерного излучения в оптическом волокне.	Анкетирование, опрос, практические задания

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Исследование свойств излучения в твердотельных лазерах на основе полупроводника; YAG:Nd; YLF:Nd	Отчет по лабораторной работе
2.	Изучение кинетик затухания люминесценции оптических центров Yb <sup>3+</sup> и Er <sup>3+</sup> в различных спектральных диапазонах	Отчет по лабораторной работе
3.	Изучение спектров усиления оптических центров Yb <sup>3+</sup> и Er <sup>3+</sup> в различных спектральных диапазонах	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	Цуканов В.Н., Яковлев М.Я. Волоконно-оптическая техника. Практическое руководство. – М.: Инфра-Инженерия. - 2014. – 304 с. Игнатов А.Н. Оптоэлектронные приборы и устройства: Учеб. пособие. - М.: Эко-Трендз, 2006. - 272 с. Галуцкий В.В. Оптоэлектронные и квантовые приборы в телекоммуникационных системах : практикум / Галуцкий, Валерий Викторович, Строганова, Елена Валерьевна, Яковенко, Николай Андреевич ; В. В. Галуцкий, Е. В.

		Строганова, Н. А. Яковенко ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2013. - 135 с. : ил. - Библиогр.: с. 134. - ISBN 9785820909948. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. - СПб.: Лань, 2011. - e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=684
2	Подготовка к практическим занятиям	Цуканов В.Н., Яковлев М.Я. Волоконно-оптическая техника. Практическое руководство. – М.: Инфра-Инженерия. - 2014. – 304 с. Игнатов А.Н. Оптоэлектронные приборы и устройства: Учеб. пособие. - М.: Эко-Трендз, 2006. - 272 с. Галуцкий В.В. Оптоэлектронные и квантовые приборы в телекоммуникационных системах : практикум / Галуцкий, Валерий Викторович, Строганова, Елена Валерьевна, Яковенко, Николай Андреевич ; В. В. Галуцкий, Е. В. Строганова, Н. А. Яковенко ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2013. - 135 с. : ил. - Библиогр.: с. 134. - ISBN 9785820909948. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. - СПб.: Лань, 2011. - e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=684
3	Подготовка к выполнению лабораторных работ	Цуканов В.Н., Яковлев М.Я. Волоконно-оптическая техника. Практическое руководство. – М.: Инфра-Инженерия. - 2014. – 304 с. Игнатов А.Н. Оптоэлектронные приборы и устройства: Учеб. пособие. - М.: Эко-Трендз, 2006. - 272 с. Галуцкий В.В. Оптоэлектронные и квантовые приборы в телекоммуникационных системах : практикум / Галуцкий, Валерий Викторович, Строганова, Елена Валерьевна, Яковенко, Николай Андреевич ; В. В. Галуцкий, Е. В. Строганова, Н. А. Яковенко ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2013. - 135 с. : ил. - Библиогр.: с. 134. - ISBN 9785820909948. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. - СПб.: Лань, 2011. - e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=684

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.



### 3. Образовательные технологии.

Для проведения лекционных и практических занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого (компьютеры, проекторы, интерактивные презентации, тренировочные тесты, моделирование работы оптоэлектронных устройств), позволяющие воспринимать особенности изучаемой профессии.

Семестр	Вид занятия	Образовательные технологии	Количество часов
7,8	Лекции	Интерактивная лекция с мультимедийной системой.	6
	Практические работы	Индивидуальное выполнение практических заданий.	6
	Лабораторные занятия	Индивидуальное выполнение лабораторных заданий.	8
<i>Итого:</i>			20

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

#### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

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

Раздел 1.

Приведите примеры и обоснуйте требования к основным приборам и системам оптической связи.

Выведите соотношение для форм-фактора линии: для Гауссовой и для Лоренцевой. Укажите примеры, когда линия излучения описывается ими.

Рассчитайте равновесную населённость для двухуровневой системы при комнатной температуре, в случае одинаковой и различной кратности вырождения уровней, разделённых энергетическими зазорами 7, 1 эВ.

Раздел 2.

Разъясните, чем вызван переход к резонаторам открытого типа в случае колебаний оптических частот.

Проанализируйте распределение энергии электромагнитного поля в резонаторе в случае продольной и поперечной моды.

Разъясните, чем определяется расходимость лазерного пучка в резонаторе.

Раздел 3.

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

Во сколько раз квантовая мощность входных шумов квантового усилителя на основе трёхуровневой схемы превышает эту величину в случае четырёхуровневой схемы при всех прочих равных условиях?

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

Раздел 4.

Разъясните, чем будет определяться выбор лазерного усилителя для задачи значительного сокращения длительности импульса излучения.

Выведите выражение для квази- синхронизма на регулярных доменных структурах.

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

Итоговый контроль осуществляется в виде экзамена в конце 8 семестра. На экзамене студентам предлагается ответить на 2 вопроса в билете по материалам учебной дисциплины. По итогам ответа на экзамене преподаватель оценивает знания студента. Экзамен является итогом дисциплины.

#### **Вопросы к экзамену по «Волоконные лазеры и усилители» Физико-технический факультет, 4 курс.**

1. Этапы развития квантовой электроники. Основные приборы и устройства систем оптической связи.
2. Виды квантовых переходов.
3. Инверсная населенность.
4. Ширина спектральной линии.
5. Взаимодействие бегущих электромагнитных волн с активной средой.
6. Условия усиления и генерации колебаний в квантовых системах.
7. Структура электромагнитных полей оптических резонаторов.
8. Эффект насыщения.
9. Спектральные характеристики оптических резонаторов.
10. Многослойные и диэлектрические покрытия и интерференционные фильтры.
11. Перестраиваемые резонаторы.
12. Селекция продольных и поперечных мод оптических резонаторов.
13. Импульсные режимы работы лазеров.
14. Характеристики и параметры режимов работы лазеров.
15. Активная и пассивная синхронизация мод при излучении лазеров.
16. Модуляция добротности резонаторов лазеров.
17. Твердотельные лазеры. Методы их накачки.
18. Волокна, как активная среда, для лазеров.
19. Волокна для накачки волоконных лазеров.
20. Волокна для оптических мультиплексоров и демультимплексоров.
21. Волокна для оптических модуляторов.
22. Волокна для оптических фильтров.
23. Волокна для компенсации дисперсии.
24. Волокна для источников суперконтинуума.
25. Общая характеристика оптических усилителей.
26. Принцип работы эрбиевого усилителя.
27. Основные элементы и характеристики эрбиевого волоконного усилителя.
28. Преимущества и недостатки эрбиевых волоконных усилителей.
29. Материалы для эрбиевых волоконных усилителей.
30. Общая характеристика волоконных лазеров.
31. Сравнение волоконных лазеров с другими типами лазеров.
32. Основные элементы конструкции волоконных лазеров.
33. Методы получения заготовок активированных волокон.
34. Фотоиндуцированные волоконные брэгговские решетки и их технологии.
35. Брэгговские волоконные решетки показателя преломления.
36. Волоконные брэгговские решетки с малым и длинным периодом.
37. Технологии изготовления волоконных решеток.
38. Применение волоконных решеток в системах волоконно-оптической связи.

39. Датчики физических величин на основе волоконных брегговских решеток.
40. Общие представления о фотонных кристаллах и их свойствах.
41. Свойства и применение фотоннокристаллических волокон.
42. Технологии изготовления фотоннокристаллических волокон.
43. Фемтосекундный эрбиевый волоконный лазер.
44. Фемтосекундный иттербиевый волоконный лазер.
45. Параметрическая генерация света в оптическом волокне.

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. Цуканов В.Н., Яковлев М.Я. Волоконно-оптическая техника. Практическое руководство. – М.: Инфра-Инженерия. - 2014. – 304 с.
2. Игнатов А.Н. Оптоэлектронные приборы и устройства: Учеб. пособие. - М.: Эко-Трендз, 2006. - 272 с.
3. Галуцкий В.В. Оптоэлектронные и квантовые приборы в телекоммуникационных системах : практикум / Галуцкий, Валерий Викторович, Строганова, Елена Валерьевна, Яковенко, Николай Андреевич ; В. В. Галуцкий, Е. В. Строганова, Н. А. Яковенко ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2013. - 135 с. : ил. - Библиогр.: с. 134. - ISBN 9785820909948.
4. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. - СПб.: Лань, 2011. - e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_id=684

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

### 5.2 Дополнительная литература:

1. Звелто О. Принципы лазеров. - СПб-М.-Краснодар: Лань. 2008. - 720 с.
2. Крюков, Петр Георгиевич .Лазеры ультракоротких импульсов и их применения: [учебное пособие]/ Крюков, Петр Георгиевич; П. Г. Крюков . - Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 247 с.
3. Мусаев, Эльдар Сейфатович Оптоэлектронные устройства на полупроводниковых излучателях/ / Э. С. Мусаев. - М. : Радио и связь: [Горячая линия-Телеком], 2004. - 205 с.
4. Розеншер Э. Оптоэлектроника// Э. Розеншер, Б. Винтер; пер. с фр. под ред. О. Н. Ермакова. - М. : Техносфера , 2006. - 588 с.
5. Оптоэлектроника. Ч. 1: Физические основы полупроводниковой оптоэлектроники. Когерентная оптоэлектроника / О. Н. Ермаков, А. Н. Пихтин, Ю. Ю. Протасов, С. А. Тарасов ; под общ. ред. И. Б. Федорова. - М. : Янус-К, 2010. - 699 с.
6. Оптоэлектроника. Ч. 2: Оптроника / О. Н. Ермаков ; А. Н. Пихтин, Ю. Ю. Протасов, С. А. Тарасов ; под общ. ред. И. Б. Федорова. - М. : Янус-К, 2011. - 611 с.
7. Твёрдотельная фотоэлектроника. Физические основы / А. М. Филачёв, И. И. Таубкин, М. А. Трищенко - М.: Физматкнига, 2007.
8. Розеншер Э., Винтер Б. Оптоэлектроника. Перевод с французского. - М.: Техносфера, 2006.
9. Портнов Э. Л. Оптические кабели связи и пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи / Э. Л. Портнов. - М.: Горячая линия - Телеком, 2007.
10. Коледов Л. А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. - СПб.: Лань, 2008.
11. Оптоэлектроника. Ч. 1: Физические основы полупроводниковой оптоэлектроники. Когерентная оптоэлектроника / О.Н. Ермаков, А.Н. Пихтин, Ю.Ю. Протасов, С.А. Тарасов; под общ. ред. И.Б. Федорова. - М.: Янус-К, 2010.

### 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)



№ темы	Тема или задание текущей работы	Кол-во часов	Форма представления результатов	Сроки выполнения (недели)
1.	Взаимодействие излучения с инверсной средой в волокне	30	Устный ответ, текстовый документ.	6
2.	Структурная схема оптического усилителя и лазера	30	Устный ответ, текстовый документ.	7
3.	Оптические резонаторы волоконных лазеров	30	Устный ответ, текстовый документ.	7
4	Режимы работы лазеров	31	Устный ответ, текстовый документ.	6
5	Распространение лазерного излучения в атмосфере, воде, космосе и оптическом волокне	30	Устный ответ, текстовый документ.	6
	<b>Итого</b>	<b>211</b>		<b>32</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	Лаборатории №119С, №325С укомплектованные 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 №207С для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.