

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,  
качества образования – первый  
проректор



Магуров Т.А.

2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### ***Б1.В.07 ТЕОРИЯ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ***

*(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

очно-заочная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация

магистр

*(бакалавр, магистр, специалист)*

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Б1.В.07 «Теория оптической связи» 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:

М.М. Векшин, канд. физ.-мат. наук,  
доцент кафедры оптоэлектроники

  
\_\_\_\_\_ подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.07 «Теория оптической связи» 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:

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

Копытов Г.Ф., д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой радиофизики и нанотехнологий

# **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

## **1.1 Цели и задачи дисциплины**

Учебная дисциплина «Теория оптической связи» ставит своей целью изучение фундаментальных теоретических основ волоконно-оптических систем связи и современных подходов к разработке их компонентной базы.

Изучение проводится на уровне общих принципов построения систем оптической связи, физических основ ее функционирования, процедур обработки и передачи информации.

## **1.2 Задачи дисциплины**

Основной задачей дисциплины является изучение основных принципов построения волоконно-оптических систем связи, ознакомление студентов с методами расчета и анализа элементов систем оптической связи – лазеров, мультиплексоров, волоконно-оптических усилителей, изоляторов, разветвителей и ряда других компонент. В результате изучения дисциплины у студентов должны сформироваться знания, умения и навыки, необходимые для построения волоконно-оптических систем связи.

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

Дисциплина Б1.В.04 «Теория оптической связи» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Материал курса базируется на знаниях, полученных по стандарту высшего профессионального образования по направлению подготовки бакалавров 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы 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-7, ПК-10.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-7	готовностью к участию в осуществлении в установленном порядке деятельности по сертификации технических средств и услуг инфокоммуникаций.	принципы построения, международные рекомендации ITU, технические характеристик и оптических систем связи.	проводить компьютерное моделирование элементов и систем оптической связи.	навыками эксплуатации оборудования, применяемого в волоконно-оптических сетях связи.
2.	ПК-10	готовностью представлять результаты исследования в форме отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, в том числе на иностранном языке, готовностью составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.	элементную базу волоконно-оптических систем связи; международные и национальные стандарты в оптических системах связи и их отчетность.	анализировать техническую отчетность; на основе анализа обосновывать и принимать технические решения и составлять рекомендации.	навыками подготовки и оформления информационно-аналитических образцов и отчетов, использования современных технических средств и информационных технологий при решении исследовательских и аналитических задач, навыками перевода результата научной деятельности на иностранный язык, навыками составления практических рекомендаций по исследованию результатов научных исследований.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 180 часов (5 зачетных единиц), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)		
		А	В	
<b>Контактная работа, в том числе:</b>				
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>72</b>	<b>52</b>	<b>20</b>	
Занятия лекционного типа	22	12	10	
Лабораторные занятия	36	26	10	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	14	14	-	
<b>Иная контактная работа:</b>				
Курсовой проект	16	16	-	
Промежуточная аттестация (ИКР) (зачет/экзамен)	0,5	0,2	0,3	
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>64,8</b>	<b>39,8</b>	<b>25</b>	
Проработка учебного (теоретического) материала	30	20	10	
Подготовка к текущему контролю	34,8	19,8	15	
<b>Контроль:</b>				
Подготовка к экзамену	26,7	-	26,7	
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>180</b>	<b>108</b>	<b>72</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>88,5</b>	<b>68,2</b>	<b>20,3</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.

### В семестре А.

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	СРС
			Л	ПЗ	ЛР		
1.	Компоненты волоконно-оптических линий связи	36	3	3	12	-	18
2.	Принципы передачи информации по оптическому каналу связи и ограничения на предельные параметры передачи.	18	3	4	4		7
3.	Строгий теоретический расчет эффекта хроматической дисперсии в волоконных световодах.	18,4	3	3	5		7,4
4.	Теория нелинейно-оптических эффектов в волоконных световодах	19,4	3	4	5		7,4
	Курсовой проект	16					
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0.2					
	Итого	108	12	14	26	-	39,8

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

### В семестре В.

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	СРС
			Л	ПЗ	ЛР		
1	Теоретический анализ аналоговой оптической линии связи.	4	1	-	-	-	3
2	Теоретический анализ цифровой оптической линии связи	5	1	-	-	-	4

3	Методы проектирования компонентной базы ВОЛС. Часть 1. Лазерные передатчики и фотоприемники	5	2	-	-	-	3
4	Методы проектирования компонентной базы ВОЛС. Часть 2. Интегрально-оптические модуляторы.	9	2	-	2	-	5
5	Методы проектирования компонентной базы ВОЛС. Часть 3. Интегрально-оптические сплиттеры.	11	2	-	4	-	5
6	Методы проектирования компонентной базы ВОЛС. Часть 4. Оптические мультиплексоры.	11	2	-	4	-	5
	Подготовка к экзамену	26,7	-	-	-	-	-
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3					
	Итого	72	10	-	10	-	25

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

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
		<b>Семестр А</b>	
1.	Компоненты волоконно-оптических линий связи.	Компоненты волоконно-оптических линий связи: лазеры, фотоприемники, волоконные световоды различных типов, изоляторы, модуляторы, мультиплексоры, сплиттеры, оптические усилители. Принципы работы и основные параметры.	КВ
2.	Принципы передачи информации по оптическому каналу связи и ограничения на предельные параметры передачи.	Основы фундаментальной теории передачи оптических информационных сигналов по волоконно-оптическому каналу связи (часть 1).	КВ
3.	Строгий	Физико-математическая модель	КВ

	теоретический расчет эффекта хроматической дисперсии в волоконных световодах.	эффекта дисперсии на основе решения волнового уравнения.	
4.	Теория нелинейно-оптических эффектов в волоконных световодах	Примеры расчетов нелинейно-оптических эффектов применительно к волоконным световодам.	КВ
<b>Семестр В</b>			
1	Теоретический анализ аналоговой оптической линии связи.	Расчет коэффициента ошибок аналоговой оптической линии связи.	КВ
2	Теоретический анализ цифровой оптической линии связи.	Расчет коэффициента ошибок цифровой оптической линии связи при различных конфигурациях ВОЛС.	КВ
3	Методы проектирования компонентной базы ВОЛС. Часть 1. Лазерные передатчики и фотоприемники	Методы расчета и проектирования активных компонентов DWDM- и CWDM-транспондеров.	КВ
4	Методы проектирования компонентной базы ВОЛС. Часть 2. Интегрально-оптические модуляторы.	Методы расчета и проектирования интегрально-оптического модулятора на основе волноводного интерферометра Маха-Цендера в кристалле ниобата лития с управляющими электродами.	КВ
5	Методы проектирования компонентной базы ВОЛС. Часть 3. Интегрально-оптические сплиттеры.	Методы расчета и проектирования многоканальных сплиттеров по различным технологиям интегральной оптики. Примеры расчетов.	КВ
6	Методы проектирования компонентной базы ВОЛС. Часть 4. Оптические мультиплексоры.	Методы расчета и проектирования тонкопленочных фильтров для CWDM-сетей связи. Методы расчета и проектирования мультиплексоров ввода-вывода на основе брэгговских волоконных решеток.	КВ

Примечание: КВ – ответы на контрольные вопросы



### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
<b>Семестр А</b>			
1.	Компоненты волоконно-оптических линий связи.	Компоненты волоконно-оптических линий связи: лазеры, фотоприемники, волоконные световоды различных типов, изоляторы, модуляторы, мультиплексоры, сплиттеры, оптические усилители. Принципы работы и основные параметры.	КВ
2.	Принципы передачи информации по оптическому каналу связи и ограничения на предельные параметры передачи.	Основы фундаментальной теории передачи оптических информационных сигналов по волоконно-оптическому каналу связи (часть 2).	КВ
3.	Строгий теоретический расчет эффекта хроматической дисперсии в волоконных световодах.	Примеры практических расчетов эффекта хроматической дисперсии на основе решения волнового уравнения.	КВ
4.	Теория нелинейно-оптических эффектов в волоконных световодах	Физико-математическая модель эффекта четырехволнового смешения в волоконном световоде. Солитоны в оптическом волокне.	КВ

Примечание: КВ – ответы на контрольные вопросы

В семестре В семинарских занятий не предусмотрено.

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование разделов	Тема	Кол-во часов	Форма текущего контроля
<b>Семестр А</b>				
1	Компоненты волоконно-оптических линий связи	Расчет модовой структуры одномодового и многомодового волоконного световода	12	Отчет по лабораторной работе
2	Принципы передачи информации по оптическому каналу связи и ограничения на предельные параметры передачи.	Расчеты волоконных световодов со сложной формой профиля.	4	Отчет по лабораторной работе

№ п/п	Наименование разделов	Тема	Кол-во часов	Форма текущего контроля
3	Строгий теоретический расчет эффекта хроматической дисперсии в волоконных световодах.	Расчеты и моделирование распространения оптического импульса в волоконном световоде.	5	Отчет по лабораторной работе
4	Теория нелинейно-оптических эффектов в волоконных световодах	Пример расчет эффекта четырехволнового смешения в волоконном световоде.	5	Отчет по лабораторной работе
<b>Семестр В</b>				
1	Методы проектирования компонентной базы ВОЛС. Часть 2. Интегрально-оптические модуляторы.	Пример расчета основных параметров модулятора оптических сигналов.	2	Отчет по лабораторной работе
2	Методы проектирования компонентной базы ВОЛС. Часть 3. Интегрально-оптические сплиттеры.	Пример расчета многоканального оптического сплиттера 1*4.	4	Отчет по лабораторной работе
3	Методы проектирования компонентной базы ВОЛС. Часть 4. Оптические мультиплексоры.	Пример расчета узкополосного тонкопленочного фильтра	4	Отчет по лабораторной работе

Лабораторные работы выполняются в специализированной учебной лаборатории (компьютерном классе) № 133с. Прилагаются методические указания для проведения лабораторных работ.

В результате выполнения лабораторных работ у магистрантов формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП по направлению 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

### **2.3.4 Примерная тематика курсовых проектов.**

1. Изучение принципов построения и технологий оптических транспортных сетей связи
2. Методы изготовления интегрально-оптических волноводов в стеклянных подложках
3. Анализ современных методов увеличения пропускной способности в оптических системах передачи данных

4. Разработка автоматизированной многофункциональной расчетной системы для пассивной оптической сети регионального интернет провайдера
5. Исследование характеристик линейных блочных кодов в гауссовском канале связи с постоянными параметрами
6. Методика численного моделирования технологических параметров ионообменных оптических волноводов
7. Методы описания сигналов с квадратурной амплитудной манипуляцией
8. Разработка цифрового интерфейса передачи данных векторного вольтметра
9. Исследование основных характеристик сетей широкополосного абонентского доступа EPON и GPON
10. Сравнительный анализ основных характеристик сетей широкополосного доступа EPON и GPON
11. Построение сегментов операторских сетей нового поколения NGN с применением технологии GPON для представления жителям поселков услуги TriplePlay (в рамках гос. программы ликвидации цифрового неравенства)
12. Методы изготовления интегрально-оптических волноводов для датчиков физических величин
13. Изучение и анализ технических характеристик систем автоматизированного мониторинга ВОЛС
14. Разработка проекта беспроводной сети для ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» на базе программных и аппаратных решений Cisco
15. Изучение принципов построения и технологий сетей широкополосного абонентского доступа
16. Модернизация сети абонентского широкополосного доступа местной связи
17. Исследование вариантов организации сетей FTTB и xPON

Методические указания по выполнению курсовых проектов:

<http://ftf.kubsu.ru/htmlfiles/dip/Pologenie.doc>

а также:

<https://kubsu.ru/sites/default/files/page/30517.pdf>

## 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	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 практическим занятиям	

### Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по темам программы для проработки теоретического материала

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1.	Компоненты волоконно-оптических линий связи	Оптические телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учеб. / В.Н. Гордиенко [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 368 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/5147">https://e.lanbook.com/book/5147</a>
2.	Принципы передачи информации по оптическому каналу связи и ограничения на предельные параметры передачи.	Оптические телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учеб. / В.Н. Гордиенко [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 368 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/5147">https://e.lanbook.com/book/5147</a>
3.	Строгий теоретический расчет эффекта хроматической дисперсии в волоконных световодах.	Оптические телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учеб. / В.Н. Гордиенко [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 368 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/5147">https://e.lanbook.com/book/5147</a>
4.	Теория нелинейно-оптических эффектов в волоконных световодах	Оптические телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учеб. / В.Н. Гордиенко [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 368 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/5147">https://e.lanbook.com/book/5147</a>
5.	Теоретический анализ аналоговой оптической линии связи.	Оптические телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учеб. / В.Н. Гордиенко [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 368 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/5147">https://e.lanbook.com/book/5147</a>

6.	Теоретический анализ цифровой оптической линии связи	Оптические телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учеб. / В.Н. Гордиенко [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 368 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/5147">https://e.lanbook.com/book/5147</a>
7.	Методы проектирования компонентной базы ВОЛС. Часть 1. Лазерные передатчики и фотоприемники	Оптические телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учеб. / В.Н. Гордиенко [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 368 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/5147">https://e.lanbook.com/book/5147</a>
8.	Методы проектирования компонентной базы ВОЛС. Часть 2. Интегрально-оптические модуляторы.	1. Оптические телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учеб. / В.Н. Гордиенко [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 368 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/5147">https://e.lanbook.com/book/5147</a> 2. Дифракционная оптика и нанофотоника [Электронный ресурс] / Е.А. Безус [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2014. — 608 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/71979">https://e.lanbook.com/book/71979</a> .
9.	Методы проектирования компонентной базы ВОЛС. Часть 3. Интегрально-оптические сплиттеры.	1 Оптические телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учеб. / В.Н. Гордиенко [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 368 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/5147">https://e.lanbook.com/book/5147</a> 2 Дифракционная оптика и нанофотоника [Электронный ресурс] / Е.А. Безус [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2014. — 608 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/71979">https://e.lanbook.com/book/71979</a> .
10.	Методы проектирования компонентной базы ВОЛС. Часть 4. Оптические мультиплексоры.	1 Оптические телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учеб. / В.Н. Гордиенко [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 368 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/5147">https://e.lanbook.com/book/5147</a> 2 Дифракционная оптика и нанофотоника [Электронный ресурс] / Е.А. Безус [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2014. — 608 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/71979">https://e.lanbook.com/book/71979</a> .

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

В процессе преподавания дисциплины используются следующие методы:

- лекции;
- проведение практических занятий;
- опрос;
- практические задания;
- защита лабораторных работ;
- консультации преподавателей;
- самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних работ и индивидуальных типовых расчетов, подготовка к опросу, тестированию и экзамену).

Для проведения всех лекционных и практических (семинарских) занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого, позволяющего слушателю воспринимать особенности изучаемого материала, зачастую играющие решающую роль в понимании и восприятии, а также формировании профессиональных компетенций. Интерактивные аудиторные занятия с использованием мультимедийных систем позволяют активно и эффективно вовлекать учащихся в учебный процесс и осуществлять обратную связь. Помимо этого, становится возможным эффективное обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем.

По изучаемой дисциплине студентам предоставляется возможность открыто пользоваться (в том числе копировать на личные носители информации) подготовленными ведущим данную дисциплину преподавателем материалами в виде **электронного комплекса сопровождения**, включающего в себя:

- электронные конспекты лекций;
- электронные планы практических (семинарских) занятий;
- электронные варианты учебно-методических пособий для выполнения лабораторных заданий;
- списки контрольных вопросов к каждой теме изучаемого курса;
- разнообразную дополнительную литературу, относящуюся к изучаемой дисциплине в электронном виде (в различных текстовых форматах \*.doc, \*.rtf, \*.htm, \*.txt, \*.pdf, \*.djvu и графических форматах \*.jpg, \*.png, \*.gif, \*.tif).

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

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

Основные образовательные технологии, используемые в учебном процессе:

- интерактивная лекция с мультимедийной системой с активным вовлечением студентов в учебный процесс и обратной связью;
- лекции с проблемным изложением;
- обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем и разрешение проблем;
- компьютерные занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент», «студент – преподаватель», «студент – студент»;
- технологии смешанного обучения: дистанционные задания и упражнения, составление глоссариев терминов и определений, групповые методы Wiki, интернет-тестирование и анкетирование.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях:

- технология развития критического мышления;
- лекции с проблемным изложением;
- использование средств мультимедиа;
- изучение и закрепление нового материала (интерактивная лекция, работа с наглядными пособиями, видео- и аудиоматериалами, использование вопросов, Сократический диалог);
- обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем («Займи позицию (шкала мнений)», проективные техники, «Один – вдвоем – все вместе», «Смени позицию», «Дискуссия в стиле телевизионного ток-шоу», дебаты, симпозиум);
- разрешение проблем («Дерево решений», «Мозговой штурм», «Анализ казусов»);
- творческие задания;
- работа в малых группах;
- использование средств мультимедиа (компьютерные классы);

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

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

В процессе подготовки к ответам на контрольные вопросы, тестированию, и практическим заданиям формируются все требуемые ФГОС и ООП для направления 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (профиль: "Оптические системы локации, связи и обработки информации") компетенции: ПК-7; ПК-10.

Текущий контроль организован в формах: защиты лабораторных работ, в ходе лабораторных занятиях путем оценки активности студента и результативности его действий

Ниже приводится перечень и примеры из фонда оценочных средств. Полный комплект оценочных средств приводится в ФОС дисциплины Б1.В.04 «Теория оптической связи».

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

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля содержит:

- Варианты контрольных вопросов рабочей программы
- Контрольные вопросы к лабораторным работам и требования к содержанию отчета.

##### **Контрольные вопросы по учебной программе**

В процессе подготовки и ответам на контрольные вопросы формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП для направления подготовки 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, компетенции ПК-7, ПК-10

##### **Ниже приводятся примеры контрольных вопросов рабочей программы.**

1. Перечислите достоинства оптических волокон для передачи информации и энергии.
2. Почему на практике применяется волоконный световод, состоящий из сердцевины и оболочки? Что такое «профиль показателя преломления волоконного световода»?
3. Поясните понятие волноводной моды, исходя из геометро-оптической и волновой интерпретаций распространения направленных волн в световодах? Поясните величины, входящие в волновое уравнение для модового анализа.
4. Какой режим работы волоконного световода называется одномодовым и какой многомодовым? 9. Чем определяется число направляемых мод в волоконных световодах? Как определить границы одномодового режима?
5. Поясните, что такое эффективный и групповой показатель преломления и константа распространения волноводной моды.
6. В каких пределах находятся величины фазовых и групповых скоростей направляемых мод и чем объясняется их зависимость от длины волны излучения?
7. Как проявляется в оптическом волокне хроматическая, межмодовая и поляризационная модовая дисперсия?
8. Как произвести расчет дисперсионной характеристики световода на основе решения волнового уравнения?



9. Какие требования предъявляются к линейным сигналам одноволновых оптических цифровых систем передачи?
10. Что необходимо учитывать при проектировании многоволновых систем передачи?
11. Чем отличается регенератор в линейном тракте от усилителя? Назовите основные характеристики усилителей EDFA. Чем ограничивается каскадирование оптических усилителей?
12. В чём состоит принципиальное отличие прямой и внешней модуляций оптического излучения? Почему полоса частот при прямой модуляции ограничена?
13. Какие виды внешней модуляции оптического излучения применяются в системах передач?
14. Поясните основные методики проектирования элементов интегральной оптики (модуляторов, сплиттеров и мультиплексоров для ВОЛС).
15. Поясните основные нелинейно-оптические эффекты в волоконных световодах. Объясните понятие солитона.

Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:

ПК-10 готовностью представлять результаты исследования в форме отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, в том числе на иностранном языке, готовностью составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований: знать элементную базу волоконно-оптических систем связи; международные и национальные стандарты в оптических системах связи и их отчетность.

#### **Критерии оценивания ответов студентов:**

С целью контроля и подготовки студентов к изучению новой темы вначале каждой практического 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).

### **Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).**

#### **Примеры контрольных вопросов при защите лабораторных работ**

Каковы основные типы потерь в волоконном световоде?  
Каков механизм потерь в коротковолновой области спектра?  
Каков механизм потерь в длинноволновой области спектра?  
В чём основная идея метода «обрыва»?  
В каких случаях применяют метод «обратного рассеяния»?  
Что определяет максимальную погрешность измерения затухания в оптическом волокне?  
В чём физический смысл моды в оптоволокне?  
Каковы условия многомодовости и одномодовости?  
Как физически объясняется увеличение потерь при уменьшении радиуса изгиба оптоволокна?  
О каком явлении в волокне можно судить по полученному в работе графику?  
Что такое числовая апертура волокна, апертурный угол?  
От каких параметров волокна (как ступенчатых, так и градиентных) зависит числовая апертура?  
Методы измерения апертуры. Их достоинства и недостатки.  
Суть метода “трёх колец”?  
Что является источниками ошибок в методе “трёх колец”?  
Что определяет максимальную погрешность измерения?  
Понятие показателя преломления в оптике?  
Понятие дисперсии оптического волокна?  
Понятие длины волны нулевой дисперсии?  
Чем определяется коэффициент дисперсии?  
Виды дисперсии?  
Дисперсионные свойства одномодовых и многомодовых оптических волокон?  
Оптические волокна со смещенной дисперсией (достоинства и недостатки).  
В чем заключается метод измерения дисперсии в частотной области?  
Способы компенсации полной дисперсии в линии передачи?

Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:

ПК-7 готовностью к участию в осуществлении в установленном порядке деятельности по сертификации технических средств и услуг инфокоммуникаций: знать принципы построения, международные рекомендации ИТУ, технические характеристики оптических систем связи.

Лабораторная работа считается выполненной если студент предоставил в требуемом в описании лабораторной работы виде выполненные задачи и верно или с

небольшими ошибками ответил на контрольные вопросы. Из всех запланированных лабораторных работ студент обязан выполнить не менее 80%.

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

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации содержит контрольные вопросы выносимые для оценивания окончательных результатов обучения по дисциплине, по каждому семестру в отдельности.

**4.2.1 Вопросы и примеры типовых практических заданий, выносимые на зачет в семестре «А» по дисциплине «Теория оптической связи»** для направления подготовки: 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль "Оптические системы локации, связи и обработки информации" (промежуточная аттестация может быть выставлена по результатам выполнения тестирования и активности студента на практических занятиях с учетом посещения лекций)

1. Компоненты волоконно-оптических линий связи: лазеры, фотоприемники, волоконные световоды различных типов, изоляторы, модуляторы, мультиплексоры, сплиттеры, оптические усилители. Принципы работы и основные параметры.
2. Принципы передачи информации по оптическому каналу связи и ограничения на предельные параметры передачи.
3. Строгий теоретический расчет эффекта хроматической дисперсии в волоконных световодах.
4. Теория нелинейно-оптических эффектов в волоконных световодах
- 5.

**4.2.2 Вопросы и примеры типовых практических заданий, выносимые на экзамен в семестре «В» по дисциплине «Теория оптической связи»** для направления подготовки: 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль "Оптические системы локации, связи и обработки информации" (промежуточная аттестация может быть выставлена по результатам активности студента при выполнении и защиты лабораторных работ с учетом посещения лекций)

1. Теоретический анализ аналоговой оптической линии связи.
2. Теоретический анализ цифровой оптической линии связи.
3. Методы проектирования лазерных передатчиков и фотоприемников
4. Методы проектирования интегрально-оптических модуляторов
5. Методы проектирования оптических сплиттеров.
6. Методы проектирования оптических мультиплексоров
7. Компоненты волоконно-оптических линий связи: лазеры, фотоприемники, волоконные световоды различных типов, изоляторы, модуляторы, мультиплексоры, сплиттеры, оптические усилители. Принципы работы и основные параметры.
8. Принципы передачи информации по оптическому каналу связи и ограничения на предельные параметры передачи.
9. Строгий теоретический расчет эффекта хроматической дисперсии в волоконных световодах.
10. Теория нелинейно-оптических эффектов в волоконных световодах

Промежуточная аттестация осуществляется в виде зачета в семестре «А» и экзамена в конце семестра «В». На зачете и на экзамене магистрантам предлагается ответить на 3 вопроса по материалам учебной дисциплины. По итогам ответа на экзамене (зачете) преподаватель оценивает знания магистранта. Экзамен является окончательным итогом по дисциплине.

Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:

ПК-10 готовностью представлять результаты исследования в форме отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений, интерпретировать и представлять результаты научных исследований, в том числе на иностранном языке, готовностью составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований: знать элементную базу волоконно-оптических систем связи; международные и национальные стандарты в оптических системах связи и их отчетность; уметь анализировать техническую отчетность; на основе анализа обосновывать и принимать технические решения и составлять рекомендации; владеть навыками подготовки и оформления информационно-аналитических образцов и отчетов, использования современных технических средств и информационных технологий при решении исследовательских и аналитических задач, навыками перевода результата научной деятельности на иностранный язык, навыками составления практических рекомендаций по исследованию результатов научных исследований.

ПК-7 готовностью к участию в осуществлении в установленном порядке деятельности по сертификации технических средств и услуг инфокоммуникаций: знать принципы построения, международные рекомендации ИТУ, технические характеристики оптических систем связи; уметь проводить компьютерное моделирование элементов и систем оптической связи; владеть навыками эксплуатации оборудования, применяемого в волоконно-оптических сетях связи.

### **Критерии оценки знаний магистрантов на зачете.**

Оценка «**зачтено**» – выставляется при условии, если студент показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает, и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт. Допускаются незначительные ошибки. Обязательно выполнение, оформление и успешная защита каждой лабораторной работы.

Оценка «**не зачтено**» – выставляется, если не раскрыто основное содержание учебного материала; при наличии серьезных упущений в процессе изложения учебного материала; в случае отсутствия знаний основных понятий и определений курса или присутствии большого количества ошибок при интерпретации основных определений; если студент показывает значительные затруднения при ответе на предложенные основные и дополнительные вопросы; при условии отсутствия ответа на основной и дополнительный вопросы. Помимо этого, оценка «не зачтено» выставляется, если

лабораторные работы в полном объеме не выполнены, не оформлены и не прошли защиту во время выполнения отчета.

**Оценка знаний магистранту производится по следующим критериям:**

Промежуточная аттестация осуществляется в виде экзамена. На экзамене (семестр В) магистрантам предлагается ответить на 3 вопроса по материалам учебной дисциплины. По итогам ответа на экзамене преподаватель оценивает знания магистранта. Экзамен является окончательным итогом по дисциплине.

- оценка **«отлично»** выставляется магистранту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач;

- оценка **«хорошо»** выставляется магистранту, если он твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и научно-исследовательских задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;

- оценка **«удовлетворительно»** выставляется магистранту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач;

- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется магистранту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические и научно-исследовательские задачи или не справляется с ними самостоятельно.

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. Оптические телекоммуникационные системы [Электронный ресурс] : учеб. / В.Н. Гордиенко [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5147>
2. Дифракционная оптика и нанофотоника [Электронный ресурс] / Е.А. Безус [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2014. — 608 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71979>.
3. Салех Б., Тейх М. Оптика и фотоника. Принципы и применения. Т. 1, 2. – Долгопрудный: Издательский дом Интеллект, 2012.
4. Будылдина, Н.В. Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных. Учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Н.В. Будылдина, В.П. Шувалов. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2016. — 342 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94554>.
5. Битнер, В.И. Сети нового поколения – NGN [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Битнер, Ц.Ц. Михайлова. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 226 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5122>.

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Телекоммуникационные системы и сети: В 3 томах. Том 3. - Мультисервисные сети [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Величко [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2015. — 592 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64092>.
2. Томаси, У. Электронные системы связи / У. Томаси ; пер. Н.Л. Бирюков. - Москва : РИЦ "Техносфера", 2007. - 1360 с. - (Мир связи). - ISBN 978-5-94836-125-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135422>: 2007 – 1360 с.
3. Оптические телекоммуникационные системы [Текст] : 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. - 367 с. : ил. - (Учебник для высших учебных заведений. Специальность). - Библиогр.: с. 360-362. - ISBN 9785991201469 : 338.40.

### **5.3 Периодические издания:**

Автометрия  
Вестник связи  
Квантовая электроника  
Оптический журнал  
Радиотехника  
Радиотехника и электроника  
Инженерная физика  
Сети и системы связи  
Технологии и средства связи  
Труды ин-та инж. по электрон. и радиоэлектронике (ТИИЭР)  
Фотоника  
Фотон-экспресс  
Электромагнитные волны и электронные системы  
Сводный реферативный журнал «Связь»  
РЖ «Радиотехника»  
РЖ «Электроника»  
РЖ «Физика»  
Журнал технической физики  
Зарубежная радиоэлектроника  
Телекоммуникации

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

1. Электронная библиотека ЮРАЙТ: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)
2. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ: <https://e.lanbook.com>

### **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).**

На самостоятельную работу студентов, согласно требованиям ФГОС ВО по направлению 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», отводится 64,8 часа с.р.с. от общей трудоемкости дисциплины (180 час.). Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

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

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

В соответствии с этим при проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы к соответствующим разделам основной дисциплины «Теория оптической связи».

Контроль осуществляется посредством тестирования студентов по окончании

изучения тем учебной дисциплины и выполнения письменных контрольных работ.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

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

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Теория оптической связи» также относятся электронные варианты дополнительных учебных, научно-популярных и научных изданий по данной дисциплине.

Примерная тематика курсового проектирования разрабатывается и ежегодно обновляется кафедрой. Закрепление за студентами тем курсовых проектов производится по их личным заявлениям на имя декана или зав кафедрой, по согласованию с научным руководителем возможно корректировка выбранной темы. В дальнейшем студент и научный руководитель составляет задание с подробным планом по выполнению курсового проекта. Подробная информация по требованиям к курсовому проектированию располагается на сайте кафедры оптоэлектроники в документе Методические указания по выполнению курсовых проектов:

<http://ftf.kubsu.ru/htmlfiles/dip/Pologenie.doc>

а также:

<https://kubsu.ru/sites/default/files/page/30517.pdf>

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены индивидуальные консультации, так как большое значение имеет консультации. 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.

**СРС студента по дисциплине “Теория оптической связи” проводится по всем 10 темам учебной программы.**



**Рекомендуемый график самостоятельной работы студентов семестре А по дисциплине «Теория оптической связи»**

№ п/п	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	Компоненты волоконно-оптических линий связи	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	18	1,11,	КВ	письменная работа КВ
2	Принципы передачи информации по оптическому каналу связи и ограничения на предельные параметры передачи.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	7	3,5,11	КВ	письменная работа КВ
3	Строгий теоретический расчет эффекта хроматической дисперсии в волоконных световодах.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	7,4	7,9,11	КВ	письменная работа КВ
4	Теория нелинейно-оптических эффектов в волоконных световодах	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	7,4	2,4,6	КВ	письменная работа КВ
		Итого:	39,8			

Примечание: КВ – ответы на контрольные вопросы

**Рекомендуемый график самостоятельной работы студентов семестре В по дисциплине «Теория оптической связи»**

№ п/п	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	Теоретический анализ аналоговой оптической линии связи.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	3	1,11	КВ	письменная работа КВ
2	Теоретический анализ цифровой оптической линии связи	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	4	2,11	КВ	письменная работа КВ
3	Методы проектирования компонентной базы ВОЛС. Часть 1. Лазерные передатчики и фотоприемники	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	3	1,3	КВ	письменная работа КВ
4	Методы проектирования компонентной базы ВОЛС. Часть 2. Интегрально-оптические модуляторы.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	5	2,4	КВ	письменная работа КВ
5	Методы проектирования компонентной базы ВОЛС. Часть 3. Интегрально-оптические	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	5	5,15	КВ	письменная работа КВ

	сплиттеры.					
6	Методы проектирования компонентной базы ВОЛС. Часть 4. Оптические мультиплексоры.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	5	5,7	КВ	письменная работа КВ
		Итого:	25			

Примечание: КВ – ответы на контрольные вопросы

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).**

В настоящее время все более возрастает роль информационно-социальных технологий в образовании, которые обеспечивают всеобщую компьютеризацию учащихся и преподавателей на уровне, позволяющем решать следующие основные задачи:

- обеспечение выхода в сеть Интернет каждого участника учебного процесса в любое время и из различных мест пребывания;
- развитие единого информационного пространства образовательных индустрий и присутствие в нем в различное время и независимо друг от друга всех участников образовательного и творческого процесса;
- создание, развитие и эффективное использование управляемых информационных образовательных ресурсов, в том числе личных пользовательских баз и банков данных и знаний учащихся и педагогов с возможностью повсеместного доступа для работы с ними.

Информационные образовательные технологии возникают при использовании средств информационно-вычислительной техники. Образовательную среду, в которой осуществляются образовательные информационные технологии, определяют работающие с ней компоненты:

- техническая (вид используемых компьютерной техники и средств связи);
- программно-техническая (программные средства поддержки реализуемой технологии обучения);

– организационно-методическая (инструкции учащимся и преподавателям, организация учебного процесса).

Под образовательными технологиями в высшей школе понимается система научных и инженерных знаний, а также методов и средств, которые используются для создания, сбора, передачи, хранения и обработки информации в предметной области высшей школы. Формируется прямая зависимость между эффективностью выполнения учебных программ и степенью интеграции в них соответствующих информационно-коммуникационных технологий.

Информационная образовательная среда представляет собой информационную систему, объединяющую посредством сетевых технологий, программные и технические средства, организационное, методическое и математическое обеспечение, предназначенное для повышения эффективности и доступности образовательного процесса подготовки специалистов.

Характерной чертой образовательной среды является возможность студентов и преподавателей обращаться к структурированным учебно-методическим материалам, обучающим мультимедийным комплексам всего университета в любое время и в любой точке пространства. Помимо доступности учебного материала, необходимо обеспечить обучаемому возможность связи с преподавателем, получение консультации в онлайн или оффлайн режимах, а также возможность получения индивидуальной «навигации» в освоении того или иного предмета. Студенты будут стремиться к гибкому режиму обучения, модульным программам с многочисленными поступлениями и отчислениями, которые позволят накапливать зачетные единицы, свободно переводиться из одного вуза в другой с учетом предыдущего опыта, знаний и навыков. По-прежнему важной для студентов останется возможность личного развития и профессионального роста; программы получения степени и короткие курсы, возможно, будут пользоваться одинаковым спросом; резко возрастет потребность в программах профессионального обучения и аспирантских программах.

Разработчики дистанционного образования конкретизируют индивидуализацию образовательного поведения следующим образом, считая, что в дистанционном образовании наиболее ярко проявляются черты личностно-ориентированного способа обучения: гибкость, модульность, доступность, рентабельность, мобильность, охват, технологичность, социальное равноправие, интернациональность.

Важнейшие направления информатизации образования заключаются в следующем:

– реализация виртуальной информационно-образовательной среды на уровне учебного заведения, предусматривающая выполнение комплекса работ по созданию и обеспечению технологии его функционирования;

– системная интеграция информационных технологий в образовании, поддерживающих процессы обучения, научных исследований и организационного управления;

– построение и развитие единого образовательного информационного пространства.

Навыки пользования информационными технологиями включают в себя:

– базовые навыки (использование клавиатуры, мыши, принтера, операции с файлами и дисками);

– владение стандартным программным обеспечением (обработка текстов, создание таблиц, баз данных и т.д.);

– использование сетевых приложений (электронной почты, Интернета, веб-браузеров).

Информационные технологии могут быть использованы при обучении студентов несколькими способами. В самом простом случае реальный учебный процесс идет по обычным технологиям, а информационные технологии применяются лишь для промежуточного контроля знаний студентов в виде тестирования. Этот подход к организации образовательного процесса представляется очень перспективным ввиду того,

что при его достаточно широком использовании университет может получить серьезную экономию средств из-за более низкой стоимости проведения сетевого компьютерного тестирования по сравнению с аудиторным.

Применение образовательных информационных ресурсов в качестве дополнения к традиционному учебному процессу имеет большое значение в тех случаях, когда на качественное усвоение объема учебного материала, предусмотренного ГОС, не хватает аудиторных занятий по учебному плану. Кроме того, такая форма организации учебного процесса очень важна при неодинаковой начальной подготовке обучающихся. Размещенные на сервере дистанционные курсы в большой степени способствуют качественному усвоению лекционного материала и последующей успешной сдаче экзамена.

Представляют интерес интегрированные технологии организации учебного процесса, т.е. различные сочетания аудиторных и дистанционных занятий. В этом случае лекторы и преподаватели, ведущие практические и семинарские занятия, до начала семестра составляют и размещают на сервере график учебного процесса, где детально описывают порядок изучения дисциплины в данном семестре. Основной фактический материал, заранее подготовленный лектором и снабженный необходимым количеством иллюстраций и интерактивных элементов, размещается на сервере вместе с методическими рекомендациями по его самостоятельному изучению. Часть же занятий, качественное проведение которых с применением сетевых информационных технологий пока не представляется возможным, планируется аудиторными.

Следует особенно подчеркнуть, что при таком подходе крайне важно обеспечить интенсивный контроль степени усвоения материала. Не реже одного раза в 4-6 недель (что определяется объемом фактического материала) проводится тьюториал.

Тьюториал – это групповое практическое занятие, дополняющие самостоятельные занятия при обучении по дистанционной технологии или технологии комбинированного обучения. Тьютор выясняет возникшие при самостоятельных занятиях проблемы и даёт задания, позволяющие попрактиковаться и освоить новые знания, обменяться опытом с коллегами. На тьюториалах применяются активные методы обучения: групповые дискуссии, деловые игры, тренинги, мозговой штурм. По сути – это лёгкая форма тренинга, в которой под руководством тьютора другие участники помогают освоить полученные знания. На хорошем тьюториале можно устранить пробелы в знаниях, разобраться в непонятных темах и научиться применять полученные самостоятельно знания.

Таким образом, накопленный опыт применения информационных и дистанционных технологий в учебном процессе в различных вариантах позволяет говорить об определенных преимуществах подобных форм организации учебного процесса:

- становится возможной принципиально новая организация самостоятельной работы студентов;
- возрастает интенсивность учебного процесса;
- у студентов появляется дополнительная мотивация к познавательной деятельности;
- доступность учебных материалов в любое время;
- возможность самоконтроля степени усвоения материала по каждой теме неограниченное количество раз.

Следует отметить, что по мере накопления образовательных информационных ресурсов дистанционные технологии займут достойное место в образовательном процессе вуза, и станет возможным формирование на их основе разного уровня программ подготовки и переподготовки специалистов.

## **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation).
2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation).
3. Приложение Matlab (© Mathworks Inc)

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

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»:  
<http://window.edu.ru/window>
2. Рубрикон – крупнейший энциклопедический ресурс Интернета:  
<http://www.rubricon.com/>
3. Сайт Росстандарта - Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии  
<https://www.gost.ru>
4. Аннотированный тематический каталог Интернет ресурсов по физике:  
<http://www.college.ru/>
5. Каталог научных ресурсов *Scopus*:  
<http://www.scopus.com/>
6. Каталог научных ресурсов *Web of Science*:  
<http://www.webofknowledge.com>
7. Каталог научных ресурсов:  
<http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>
8. Большая научная библиотека:  
<http://www.sci-lib.com/>
9. Естественно-научный образовательный портал:  
<http://www.en.edu.ru/catalogue/>
10. Техническая библиотека:  
<http://techlibrary.ru/>
11. Физическая энциклопедия:  
<http://www.femto.com.ua/articles/>
12. Академик – Словари и энциклопедии на Академике:  
[http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_physics/](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/)

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

Успешная реализация преподавания дисциплины «Теория оптической связи» предполагает наличие минимально необходимого для реализации магистерской

программы перечня материально-технического обеспечения:

- лекционные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет)
- специализированная учебная лаборатория № 133с для проведения лабораторных работ. Прилагаются методические указания для проведения лабораторных работ.
- программы онлайн-контроля знаний студентов;
- наличие необходимого лицензионного программного обеспечения (операционная система MS Windows XP; интегрированное офисное приложение MS Office; приложение Matlab).

При использовании электронных изданий вуз должен обеспечить каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с объемом изучаемых дисциплин.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий и лекционного типов, текущего контроля и промежуточной аттестации – ауд. 133, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
2.	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ, курсового проектирования – ауд. 137а, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского и лекционного типов, текущего контроля и промежуточной аттестации – ауд. 133, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
4.	Курсовое проектирование	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ, курсового проектирования – ауд. 137а, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
5.	Промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского и лекционного типов, текущего контроля и промежуточной аттестации – ауд. 133, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
6.	Самостоятельная работа	Аудитория для самостоятельной работы – ауд. 208, корп. С (ул. Ставропольская, 149)