

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  
Хатурия Т.А.  
подпись  
« 29 » 2020 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***Б1.В.13 СИСТЕМЫ И СЕТИ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ***

*(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

Физика и техника радиоэлектронных и фотонных инфокоммуникаций

*(наименование направленности (профиля) специализации)*

Форма обучения

очная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация

бакалавр

*(бакалавр, магистр, специалист)*

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Б1.В.13 «Системы и сети оптической связи» 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:

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

  
\_\_\_\_\_ подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.13 «Системы и сети 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:

Попов А.В., директор ООО "Партнер Телеком"

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

# 1 Цели и задачи изучения дисциплины

## 1.1 Цели дисциплины

Учебная дисциплина «Системы и сети оптической связи» ставит своей целью изучение студентами оптических систем и сетей связи. Изучение проводится на уровне общих принципов построения оптических сетей и систем, физических основ функционирования и методов технической реализации их элементов и узлов, процедур обработки и передачи информации в сетях различных топологий, описания современных образцов промышленной аппаратуры.

## 1.2 Задачи дисциплины

Основной задачей дисциплины является изучение общих принципов построения оптических систем и сетей связи. В результате изучения дисциплины у студентов должны сформироваться знания, умения и навыки, позволяющие тестировать и конфигурировать оптические сети связи.

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

Дисциплина «Системы и сети оптической связи» по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (квалификация (степень) "бакалавр" относится к вариативной части Блока Б1 Дисциплины(модули) учебного плана.

Изучая эту дисциплину, кроме всего прочего, студенты получают практические навыки конфигурирования и тестирования оптических сетей связи, навыки самостоятельного принятия решений для достижения задачи функционирования эксплуатируемого оборудования в штатном режиме. Дисциплина позволяет осознать предельные возможности аппаратных средств, управляемых с применением определенного программного обеспечения.

Для освоения дисциплины необходимо успешное усвоение таких дисциплин, как: «Схемотехника телекоммуникационных устройств», «Электропитание устройств и систем телекоммуникаций» и «Оптические цифровые телекоммуникационные системы».

## 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-17, ПК-32.

№ п.п.	Индекс компетенции	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	принципы построения, международные рекомендации	проектировать оптические сети связи	навыками эксплуатации оборудования, применяемого

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			ITU, технические характеристики оптических систем связи;		о волоконно-оптических сетях связи.
2.	ПК-17	способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики	элементную базу волоконно-оптических систем связи;	проводить компьютерное моделирование элементов и систем оптической связи;	Навыками определения характеристик оптических систем связи
3.	ПК-32	способностью готовить техническую документацию на ремонт и восстановление работоспособности инфокоммуникационного оборудования	основные характеристики инфокоммуникационных устройств	организовать доведение услуг до пользователей услугами связи	Навыками определения параметров и характеристик инфокоммуникационного оборудования

## 2. Структура и содержание дисциплины.

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. (216 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры(часы)	
			7	8
Контактная работа, в том числе:				
Аудиторные занятия (всего):		88	48	40
Занятия лекционного типа		26	16	10
Лабораторные занятия		36	16	20
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		26	16	10
Иная контактная работа:				
Контроль самостоятельной работы (КСР)		8	4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,5	0,2	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:		92,8	55,8	37
Курсовая работа			-	-
Проработка учебного (теоретического) материала		65,8	45,8	20
Подготовка к текущему контролю		27	10	17
Контроль:				
Подготовка к экзамену		26,7	-	26,7
Общая трудоемкость	час.	216	108	108
	в том числе контактная работа	96,5	52,2	44,3
	зач. ед	6	3	3

**2.2 Структура дисциплины:  
Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.**

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре (очная форма):

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов					КСР
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа	
			Л	ПЗ	ЛР		
1.	Методы уплотнения каналов в оптических сетях TDM и WDM.	15	2	2		10	1
2.	Основные положения из теории распространения оптических сигналов в волоконных световодах.	20	2	2	8	8	
3.	Компоненты ВОЛС: Оптические лазерные передатчики	10	2	2		6	
4.	Компоненты ВОЛС: волоконно-оптические усилители	15	2	2	4	6	1
5.	Компоненты ВОЛС: оптические мультиплексоры	16,8	2	2	4	7,8	1
6.	Компоненты ВОЛС: оптические мультиплексоры ввода/вывода	10	2	2		6	
7.	Компоненты ВОЛС: устройства оптической кросс-коммутации	11	2	2		6	1
8.	Компоненты ВОЛС: компенсаторы хроматической и поляризационной модовой дисперсии.	10	2	2		6	
9.	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2					
	<i>Итого по дисциплине:</i>	108	16	16	16	55,8	4

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

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 8 семестре (очная форма):

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов					КСР
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа	
			Л	ПЗ	Лаб	СРС	
1	Промышленное оборудование систем оптической связи..	14	2	2	4	6	
2	Транспортные оптические сети с применением технологий SDH и DWDM	11	1	1	3	5	1
3	Городские оптические сети (metropolitan networks). Ч.1.	10	2	1	2	5	
4	Городские оптические сети (metropolitan networks). Ч.2. Технология CWDM.	14	1	2	4	6	1
5	Оптические сети доступа. Технологии FTTB, PON.	11	2	1	2	5	1
6	Проектирование оптических сетей связи.	11	2	1	3	5	
7	Эксплуатация и дистанционное администрирование оптических сетей.	10		2	2	5	1
8	Контроль самостоятельной работы (КСР)	26,7					
9	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3					
	Итого	108	10	10	20	37	4

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	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
		7 семестр	
1.	Методы уплотнения каналов в оптических сетях TDM и WDM.	Блок-схема волоконно-оптической системы связи. Методы повышения скорости передачи волоконно-оптических линий связи. . Общая блок-схема волоконно-оптической системы связи WDM “точка к точке”, ее структурные компоненты и их функциональное назначение	КВ

2.	Основные положения из теории распространения оптических сигналов в волоконных световодах.	Лучевой и волновой подход к анализу распространения света в световодах. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Волноводная мода.	КВ
3.	Компоненты ВОЛС: Оптические лазерные передатчики	DFB-лазеры и DBR-лазеры: основы построения и базовые технические параметры. VCSEL-лазеры с вертикальным резонатором. Перестраиваемые лазеры – оптические схемы.	КВ
4.	Компоненты ВОЛС: волоконно-оптические усилители	Оптические усилители на волоконном световоде, легированном эрбием (EDFA): физический принцип действия. Лазеры накачки и схемы накачки. Режимы работы EDFA. Шум усилителя EDFA и методы его подавления. Основные параметры усилителей EDFA.	КВ
5.	Компоненты ВОЛС: оптические мультиплексоры	Технология оптического мультиплексирования на основе интерференционных фильтров. Мультиплексирование на основе фазированной решетки микроволноводов (AWG).	КВ
6.	Компоненты ВОЛС: оптические мультиплексоры ввода/вывода	Техническая реализация ввода-вывода оптических несущих с применением волоконно-оптических брэгговских дифракционных решеток.	КВ
7.	Компоненты ВОЛС: устройства оптической кросс-коммутиации	Принципы построения электрооптических и термооптических пространственных переключателей оптических сигналов. Интегрально-оптические матрицы переключателей.	КВ
8.	Компоненты ВОЛС: компенсаторы хроматической и поляризационной модовой дисперсии.	Физические основы хроматической дисперсии в волоконных световодах. Специализированные волоконные световоды для компенсации хроматической дисперсии (DCF). Типы волокон NZDSF. Компенсаторы хроматической дисперсии на основе брэгговских волоконно-оптических фильтров.	КВ
		8 семестр	



1.	Промышленное оборудование систем оптической связи.	Промышленные системы WDM: основные параметры и сравнительный обзор (часть 1).	КВ
2.	Транспортные оптические сети с применением технологий SDH и DWDM	Топологии оптических сетей связи. Транспортные оптические сети с применением технологий SDH и DWDM. Кольцевые топологии.	КВ
3.	Городские оптические сети (metropolitan networks). Ч.1.	Применение ROADM для построения оптических сетей	КВ
4.	Городские оптические сети (metropolitan networks). Ч.2. Технология CWDM.	Применение технологии CWDM в городских сетях (metropolitan Area Network) (часть 1).	КВ
5.	Оптические сети доступа. Технологии FTTB, PON.	Общие принципы построения GPON-сетей. Протокол передачи.	КВ
6.	Проектирование оптических сетей связи.	Изучение типовых проектов строительства и модернизации магистральных и внутризоновых DWDM-сетей связи	КВ
7.	Эксплуатация и дистанционное администрирование оптических сетей.	Изучение особенностей эксплуатации и мониторинга оптических сетей связи (часть 1).	КВ

Примечание: КВ – ответы на контрольные вопросы.

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
7 семестр			
1.	Методы уплотнения каналов в оптических сетях TDM и WDM.	Основные параметры систем TDM и WDM, их сравнительный анализ.	КВ
2.	Основные положения из теории распространения оптических сигналов в волоконных световодах.	Численные методы расчета и проектирования компонентов волоконной и интегральной оптики.	КВ
3.	Компоненты ВОЛС: Оптические лазерные передатчики	Оптические изоляторы и циркуляторы: принцип действия. Схемы прямой и внешней модуляции лазерного излучения. Эффект чирпинга. Физические основы работы и конструкция электроабсорбционных модуляторов и электрооптических модуляторов Маха-Цендера.	КВ
4.	Компоненты ВОЛС: волоконно-оптические усилители	Рамановские оптические усилители: принцип действия и основные характеристики. Полупроводниковые интегрально-оптические усилители: принцип действия и основные характеристики.	КВ
5.	Компоненты ВОЛС: оптические мультиплексоры	Мультиплексоры на вогнутой дифракционной решетке. Перестраиваемые акустооптические фильтры: принцип действия.	КВ
6.	Компоненты ВОЛС: оптические мультиплексоры ввода/вывода	Реконфигурируемые мультиплексоры ROADM. Техническая реализация.	КВ
7.	Компоненты ВОЛС: устройства оптической кросс-коммутиации	Пространственная коммутация световых сигналов на основе технологии MEMS.	КВ
8.	Компоненты ВОЛС: компенсаторы хроматической и поляризационной модовой	Физические основы поляризационной модовой дисперсии и приемы ее компенсации.	КВ

	дисперсии.		
		8 семестр	
1.	Промышленное оборудование систем оптической связи.	Промышленные системы WDM: основные параметры и сравнительный обзор (часть 2).	КВ
2.	Транспортные оптические сети с применением технологий SDH и DWDM	Сети DWDM типа "Broadcast-Select". Сети DWDM с оптической маршрутизацией по длине волны. Топология сети с $\lambda$ -маршрутизацией.	КВ
3.	Городские оптические сети (metropolitan networks). Ч.1.	Применение оптической кросс-коммутации и мультиплексоров ROADM для построения городских оптических сетей связанных кольцевых топологий.	КВ
4.	Городские оптические сети (metropolitan networks). Ч.2. Технология CWDM.	Применение технологии CWDM в городских сетях (Metropolitan Area Network) (часть 2).	КВ
5.	Оптические сети доступа. Технологии FTTB, PON.	Принципы построения GPON-сетей: компонентная база. Планирование сети доступа.	КВ
6.	Проектирование оптических сетей связи.	Изучение типовых проектов строительства и модернизации CWDM-сетей связи.	КВ
7.	Эксплуатация и дистанционное администрирование оптических сетей	Изучение особенностей эксплуатации и мониторинга оптических сетей связи (часть 2).	КВ

Примечание: КВ – ответы на контрольные вопросы .

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

№ п/п	Наименование раздела	Тема	Кол-во часов	Форма текущего контроля
		7 семестр		
1.	1	Расчет модовой структуры одномодового волоконного световода	8	технический отчет по лабораторным работам
2.	1,2	Исследование эрбиевого волоконно-оптического усилителя оптических сигналов EDFA	4	технический отчет по лабораторным работам
3.	3,4	Исследование оптических CWDM- и DWDM-мультиплексоров.	4	технический отчет по лабораторным работам
		8 семестр		
4.	4,6	Исследование учебной CWDM-системы волоконно-оптической связи.	7	технический отчет по лабораторным работам
5.	2,6	Исследование учебной DWDM-системы волоконно-оптической связи.	7	технический отчет по лабораторным работам

№ п/п	Наименование раздела	Тема	Кол-во часов	Форма текущего контроля
6.	7	Изучение программного обеспечения системы дистанционного контроля оборудования и мониторинга сети	6	технический отчёт по лабораторным работам

Проведение занятий лабораторного практикума предусмотрено в лаборатории «Волноводной оптоэлектроники и нанофотоники» (аудитория 137с), оборудованной учебными исследовательскими стендами. Прилагаются методические указания для проведения лабораторных работ.

В результате выполнения лабораторных работ у студентов формируются и оцениваются все требуемые ФГОС и ООП по направлению 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов).

Согласно учебному плану курсовые работы (проекты) по данной дисциплине не предусмотрены.

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка учебного (теоретического материала), подготовка к текущей и промежуточной аттестации (зачёту и вопросам)	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	
3	Подготовка к выполнению лабораторных работ	

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

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
7 семестр		
1.	Методы уплотнения каналов в оптических сетях TDM и WDM.	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. Скляров, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 268 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/76830">https://e.lanbook.com/book/76830</a>
2.	Основные положения из теории распространения оптических сигналов 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>
3.	Компоненты ВОЛС: Оптические лазерные передатчики.	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.	Компоненты ВОЛС: волоконно-оптические усилители.	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.	Компоненты ВОЛС: оптические мультиплексоры.	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.	Компоненты ВОЛС: оптические мультиплексоры ввода/вывода.	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.	Компоненты ВОЛС: устройства оптической кросс-коммутации.	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.	Компоненты ВОЛС: компенсаторы хроматической и поляризационной модовой дисперсии.	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 семестр		
1.	Промышленное оборудование систем оптической 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.	Транспортные оптические сети с применением технологий SDH и DWDM.	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.	Городские оптические сети (metropolitan networks). Ч.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>
4.	Городские оптические сети (metropolitan networks). Ч.2. Технология CWDM.	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.	Оптические сети доступа. Технологии FTTB, PON.	Техническая диагностика современных цифровых сетей связи. Основные принципы и технические средства измерений параметров передачи для сетей PDH, SDH, IP, Ethernet и ATM [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.И. Власов [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2012. — 552 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/5134">https://e.lanbook.com/book/5134</a>
6.	Проектирование оптических сетей 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.	Эксплуатация и дистанционное администрирование оптических сетей.	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>

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**

При изучении дисциплины проводятся следующие виды учебных занятий и работ: лекции, практические занятия, защита лабораторных работ, консультации с преподавателем, самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних заданий, подготовка к зачету и экзамену).

Для проведения части лекционных занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого (занятия в интерактивной форме), позволяющего студенту воспринимать особенности изучаемой дисциплины, играющие решающую роль в понимании и восприятии, а также в формировании профессиональных компетенций. По ряду тем дисциплины лекций проходит в классическом стиле.

При проведении практических занятий может использоваться доска и компьютер, для расчетов и анализа данных могут применяться дополнительные справочные материалы. При возникновении трудностей преподаватель помогает группам в достижении положительного результата. В ходе проверки промежуточных результатов, поиска и исправления ошибок, осуществляется интерактивное взаимодействие всех участников занятия.

При проведении лабораторных работ подгруппа разбивается на команды по 2-3 человека. Каждой команде выдается задание на выполнение лабораторной работы. Студенты самостоятельно распределяют обязанности и приступают к выполнению задания, взаимодействуя между собой. Преподаватель контролирует ход выполнения работы каждой группой, проверяет правильность сборки электрических схем и подключения измерительных приборов. Уточняя ход работы, если студенты что-то выполняют неправильно, преподаватель помогает им преодолеть сложные моменты и проверяет достоверность полученных экспериментальных результатов. После оформления технического отчета команды отвечают на теоретические контрольные и дополнительные вопросы и защищают лабораторную работу.

Таким образом, основными образовательными технологиями, используемыми в учебном процессе, являются: интерактивная лекция с мультимедийной системой и активным вовлечением студентов в учебный процесс; обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем и с последующим разбором этих вопросов на практических занятиях; лабораторные занятия – работа студентов в малых группах в режимах взаимодействия «преподаватель – студент», «студент – преподаватель», «студент – студент». При проведении практических и лабораторных учебных занятий предусмотрено

развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств.

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

#### Занятия, проводимые с использованием интерактивных технологий

Семестр	Вид занятия(Л, ПЗ, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
7,8	Л	Интерактивная лекция с мультимедийной системой	26
7,8	ПЗ	Индивидуальное выполнение практических заданий	26
7,8	ЛР	Индивидуальное выполнение лабораторных заданий	36
Итого:			88

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия.

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

В процессе подготовки к практическим заданиям формируются все требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (профиль: "Оптические системы и сети связи") компетенции: ПК-5, ПК-17, ПК-32.

Текущий контроль организован в формах: защиты лабораторных работ, входе практических и 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.ДВ.04.01 «Системы и сети оптической связи»

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

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля содержит:

– примеры контрольных вопросов

##### 4.1.1 Примеры контрольных вопросов рабочей программы:

1. Пересчитать сетку частот каналов CWDM (разнос между каналами 2500 ГГц) в соответствующие длины волн для спектрального диапазона 1270-1610 нм при условии полного его заполнения.

2. Указать количественные составляющие потерь для волоконно-оптической линии связи, включающей WDM оборудование, со следующими параметрами: волокно SMF-28, длина L=120 км, 2 OADM, 25 точек сварки.

3. Определить мощность сигнала на выходе оптической линии. Начальная мощность сигнала  $P_0 = 20$  мВт, длина линии L=660 км, длина пролёта  $l_{пр}=140$  км (27 точек сварки в каждом), в линии находятся три эрбиевых волоконных усилителя с коэффициентом усиления 30 дБ.



4. Определить отношение сигнал/шум на выходе оптической линии при каскадировании эрбиевых волоконных усилителей. В оптической линии находятся 2 усилителя, коэффициент усиления каждого 25 дБ, шум-фактор 5 дБ. Мощность сигнала на входе первого усилителя  $P_1=0,14$  мВт, отношение сигнал/шум на входе первого усилителя 40 дБ, затухание в линии между усилителями 25,5 дБ.

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

ПК-5 - способностью проводить работы по управлению потоками трафика на сети; знать принципы построения, международные рекомендации ИТУ, технические характеристики 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**

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

##### **4.2.1 Вопросы, выносимые на зачет в 7-м семестре по дисциплине «Системы и сети оптической связи» для направления подготовки: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль "Оптические системы и сети связи"**

1. Методы повышения скорости передачи волоконно-оптических линий связи. Концепция WDM. Общая блок-схема волоконно-оптической системы связи WDM “точка к точке”, ее структурные компоненты и их функциональное назначение.
2. Основные параметры систем WDM. Модель взаимодействия WDM с транспортными технологиями. Разнос каналов и типы WDM-систем (CWDM, DWDM, HDWDM).
3. Дисперсионные характеристики оптических волоконных световодов различного назначения. Волоконные световоды со смещенной ненулевой смещенной дисперсией (NZDSF).

4. Нелинейно-оптические эффекты четырехволнового смешения, фазовой самомодуляции и кросс-модуляции.
5. Многочастотные линейки DFB-лазеров и DBR-лазеров: основы построения и базовые технические параметры. VCSEL-лазеры с вертикальным резонатором. Перестраиваемые лазеры – оптические схемы.
6. Оптические изоляторы и циркуляторы: принцип действия.
7. Схемы прямой и внешней модуляции лазерного излучения. Эффект чирпинга.
8. Физические основы работы и конструкция электроабсорбционных модуляторов и электрооптических модуляторов Маха-Цендера.
9. Технология оптического мультиплексирования на основе интерференционных фильтров.
10. Мультиплексирование на основе фазированной решетки микроволноводов (AWG).
11. Мультиплексоры на вогнутой дифракционной решетке.
12. Перестраиваемые акустооптические фильтры: принцип действия.
13. Мультиплексоры ввода-вывода: функциональное назначение. Техническая реализация ввода-вывода оптических несущих с применением волоконно-оптических брэгговских дифракционных решеток.
14. Мультиплексоры ROADM. Техническая реализация.
15. Устройства оптической кросс-коммутации: функциональное назначение. Принципы построения электрооптических и термооптических пространственных переключателей оптических сигналов. Интегрально-оптические матрицы переключателей. Пространственная коммутация световых сигналов на основе технологии MEMS.
16. Оптические усилители на волоконном световоде, легированном эрбием (EDFA): физический принцип действия. Лазеры накачки и схемы накачки. Режимы работы EDFA. Шум усилителя EDFA и методы его подавления. Основные параметры усилителей EDFA.
17. Рамановские оптические усилители: принцип действия и основные характеристики.
18. Полупроводниковые интегрально-оптические усилители: принцип действия и основные характеристики.
19. Физические основы хроматической дисперсии в волоконных световодах. Специализированные волоконные световоды для компенсации хроматической дисперсии (DCF). Типы волокон NZDSF.
20. Компенсаторы хроматической дисперсии на основе брэгговских волоконно-оптических фильтров.
21. Физические основы поляризационной модовой дисперсии и приемы ее компенсации.

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

ПК-5 - способностью проводить работы по управлению потоками трафика на сети; знать принципы построения, международные рекомендации ITU, технические характеристики оптических систем связи; уметь проектировать оптические сети связи; владеть навыками эксплуатации оборудования, применяемого в волоконно-оптических сетях связи. ПК-17 способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики: знать элементную базу волоконно-оптических систем связи; уметь проводить компьютерное моделирование элементов и систем оптической связи; владеть навыками определения характеристик оптических систем связи. ПК-32 - способностью готовить техническую документацию на ремонт и восстановление работоспособности инфокоммуникационного оборудования; знать основные характеристики

инфокоммуникационных устройств; уметь организовать доведение услуг до пользователей услугами связи; владеть навыками определения параметров и характеристик инфокоммуникационного оборудования.

#### **Критерий оценки:**

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;

Итоговый контроль осуществляется в виде экзамена. На экзамене (8-й семестр) бакалаврам предлагается ответить на 2 вопроса по материалам учебной дисциплины. По итогам ответа на экзамене преподаватель оценивает знания бакалавра. Экзамен является окончательным итогом по дисциплине

#### **4.2.2 Вопросы, выносимые на экзамен в 8-м семестре по дисциплине «Системы и сети оптической связи» для направления подготовки: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль "Оптические системы и сети связи"**

1. Методы уплотнения каналов в оптических сетях TDM и WDM.
2. Основные положения из теории распространения оптических сигналов в волоконных световодах.
3. Компоненты ВОЛС: Оптические лазерные передатчик, волоконно-оптические усилители, оптические мультиплексоры, устройства оптической кросс-коммутации, компенсаторы хроматической и поляризационной модовой дисперсии.
4. Промышленное оборудование систем оптической связи..
5. Транспортные оптические сети с применением технологий SDH и DWDM
6. Городские оптические сети (metropolitan networks).
7. Оптические сети доступа. Технологии FTTH, PON.
8. Проектирование оптических сетей связи.
9. Эксплуатация и дистанционное администрирование оптических сетей.

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

ПК-5 - способностью проводить работы по управлению потоками трафика на сети; знать принципы построения, международные рекомендации ИТУ, технические характеристики оптических систем связи; уметь проектировать оптические сети связи; владеть навыками эксплуатации оборудования, применяемого в волоконно-оптических сетях связи. ПК-17 способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики: знать элементную базу волоконно-оптических систем связи; уметь проводить компьютерное моделирование элементов и систем оптической связи; владеть навыками определения характеристик оптических систем связи. ПК-32 - способностью готовить техническую документацию на ремонт и восстановление работоспособности инфокоммуникационного оборудования; знать основные характеристики инфокоммуникационных устройств; уметь организовать доведение услуг до пользователей услугами связи; владеть навыками определения параметров и характеристик инфокоммуникационного оборудования.

### **Критерий оценки:**

Оценка знаний бакалавру производится по следующим критериям:

- оценка **«отлично»** выставляется бакалавру, 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 бакалавру, 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 бакалавру, 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 бакалавру, 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. Гордиенко, В.Н. Многоканальные телекоммуникационные системы. Учебник для вузов [Электронный ресурс] : учеб. / В.Н. Гордиенко, М.С. Тверецкий. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2013. — 396 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/11830>.
3. Складов, О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 268 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76830>.
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>.
6. Портнов, Э.Л. Принципы построения первичных сетей и оптические кабельные линии связи.: учебное пособие для студентов вузов / Э. Л. Портнов. -М.: Горячая линия-Телеком, 2009

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. 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. Росляков, А.В. Зарубежные и отечественные платформы сетей NGN [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2014. — 258 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/63243>.
3. Крухмалев, В.В. Цифровые системы передачи [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Крухмалев, В.Н. Гордиенко, А.Д. Моченов. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2012. — 372 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5168>

## **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 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи, отводится 92,8 часа СРС от общей трудоемкости дисциплины (216 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 «Системы и сети 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:

- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и осуществляемое путем написания конспекта;

- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

Таким образом, очень важно в полной мере изучить и усвоить весь материал, представляемый в данной дисциплине. Лекция является одной из форм изучения теоретического материала по дисциплине. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных подходов и теорий. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспекте применяют сокращение слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникающие в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю. Необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения.

Одним из основных видов деятельности студента является самостоятельная работа, которая включает в себя изучение лекционного материала, учебников и учебных пособий, подготовки к выполнению лабораторных работ и оформлению технических отчетов по ним, а так же подготовки к практическим занятиям изучением краткой теории в задачниках и решении домашних заданий.

Методика самостоятельной работы предварительно разъясняется преподавателем и в последующем может уточняться с учетом индивидуальных особенностей студентов. Время и место самостоятельной работы выбираются студентами по своему усмотрению с учетом рекомендаций преподавателя в виде плана самостоятельной работы студента. Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Самостоятельную работу над дисциплиной следует начинать с изучения программы, которая содержит основные требования к знаниям, умениям и навыкам обучаемых. Обязательно следует вспомнить рекомендации преподавателя, данные в ходе установочных занятий. Затем следует приступать к изучению отдельных разделов и тем в порядке, предусмотренном программой.

Получив представление об основном содержании раздела, темы, необходимо изучить материал по теме, изложенный в учебнике. Целесообразно составить краткий конспект или схему, отображающую смысл и связи основных понятий данного раздела и включенных в него тем. Обязательно следует записывать возникшие вопросы, на которые не удалось ответить самостоятельно.

Необходимо изучить список рекомендованной основной и дополнительной литературы и убедиться в её наличии в личном пользовании или в подразделениях библиотеки в бумажном или электронном виде. Всю основную учебную литературу желательно изучать с составлением конспекта. Чтение литературы, не сопровождаемое конспектированием, мало результативно. Цель написания конспекта по дисциплине – сформировать навыки по поиску, отбору, анализу и формулированию учебного материала. Эти навыки обязательны для любого специалиста с высшим образованием независимо от выбранного направления. Написание конспекта должно быть творческим – нужно не переписывать текст из источников, но пытаться кратко излагать своими словами содержание ответа, при этом максимально его структурируя и используя символы и условные обозначения. Копирование и заучивание неосмысленного текста трудоемко и по большому счету не имеет познавательной и практической ценности. При работе над конспектом обязательно выявляются и отмечаются трудные для самостоятельного изучения вопросы, с которыми уместно обратиться к преподавателю при посещении занятий и консультаций, либо в индивидуальном порядке. При чтении учебной и научной литературы необходимо всегда следить за точным и полным пониманием значения терминов и содержания понятий, используемых в тексте. Всегда следует уточнять значения по словарям или энциклопедиям, при необходимости записывать.

К практическим занятиям необходимо готовиться предварительно, до начала занятия. Необходимо ознакомиться с краткой теорией в рекомендованном задачнике по соответствующей теме и проработать примеры решений разобранных в задачнике упражнений. В ходе подготовки, так же следует вести конспектирование, а возникшие вопросы задать ведущему преподавателю в начале практического занятия.

К лабораторным работам следует подготовиться предварительно, ознакомившись с методическими рекомендациями по проведению соответствующей лабораторной работы, и в случае необходимости провести предварительные расчёты.

Непосредственная подготовка к зачету осуществляется по вопросам, представленным в данной учебной программе дисциплины. Тщательно изучите формулировку каждого вопроса, вникните в его суть, составьте план ответа, так как зачет сдаётся в устной форме в ходе диалога преподавателя со студентом.

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

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены индивидуальные консультации (в том числе через email, Skype или viber), 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.

Рекомендуется следующий график самостоятельной работы студентов по учебным неделям каждого семестра:

**Рекомендуемый график самостоятельной работы студентов по дисциплине  
«Системы и сети оптической связи»**



№ п/п	Наименование раздела	Содержание самостоятельной работы	Примерный бюджет времени на выполнение уч. час. (СРС)	Форма контроля	Сроки выполнения (номер уч. недели семестра)	Форма отчетности по заданию
7 семестр						
1	Методы уплотнения каналов в оптических сетях TDM и WDM.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	7	письменная работа, устный опрос	1,15	Т/зачет
		Подготовка к практическим занятиям	4	устный опрос	1,2	ПЗ
2	Основные положения из теории распространения оптических сигналов в волоконных световодах.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	письменная работа, устный опрос	3,15	Т/зачет
		Подготовка к практическим занятиям	1,5	устный опрос	3,4	ПЗ
		подготовки к выполнению лабораторных работ	2	практическое задание	2-4	ЛР
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	2,5	устный опрос	4	ЛР
3	Компоненты ВОЛС: Оптические лазерные передатчики	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	4	устный опрос	5,15	Т/зачет
		Подготовка к практическим занятиям	2	устный опрос	5,6	ПЗ
4	Компоненты ВОЛС: волоконно-	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и	2	письменная работа,	7,15	Т/зачет

	оптические усилители	промежуточной аттестации		устный опрос		
		подготовки к выполнению лабораторных работ	1,5	практическое задание	4-6	ЛР
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	2	устный опрос	6,7	ЛР
		Подготовка к практическим занятиям	1,5	устный опрос	7,8	ПЗ
5	Компоненты ВОЛС: оптические мультиплексоры	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	устный опрос	9,15	Т/зачет
		подготовки к выполнению лабораторных работ	2	практическое задание	7-8	ЛР
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	3	устный опрос	8-10	ЛР
		Подготовка к практическим занятиям	1,8	устный опрос	9,10	ПЗ
6	Компоненты ВОЛС: оптические мультиплексоры ввода/вывода	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	письменная работа, устный опрос	11,15	Т/зачет
		Подготовка к практическим занятиям	2	устный опрос	11,12	ПЗ
7	Компоненты ВОЛС: устройства оптической кросс-коммутации	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	письменная работа, устный опрос	13,15	Т/зачет
		Подготовка к практическим занятиям	3	устный опрос	13,14	ПЗ

8	Компоненты ВОЛС: компенсаторы хроматической и поляризационной модовой дисперсии.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	4	письменная работа, устный опрос	14,15	Т/зачет
		Подготовка к практическим занятиям	2	устный опрос	15	ПЗ
		Итого:	55,8			
8 семестр						
1	Промышленное оборудование систем оптической связи..	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	письменная работа, устный опрос	1,16	Т/зачет
		Подготовка к практическим занятиям	1,5	устный опрос	1,2	ПЗ
		подготовки к выполнению лабораторных работ	1,5	практическое задание	1,2	ЛР
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	2	устный опрос	3,4	ЛР
2	Транспортные оптические сети с применением технологий SDH и DWDM	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	письменная работа, устный опрос	3,16	Т/зачет
		Подготовка к практическим занятиям	1,5	устный опрос	2,3	ПЗ
		подготовки к выполнению лабораторных работ	1,5	практическое задание	3,4	ЛР
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и	2	устный опрос	5,6	ЛР

		подготовка к их защите				
3	Городские оптические сети (metropolitan networks). Ч.1.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	1	письменная работа, устный опрос	5,16	Т/зачет
		Подготовка к практическим занятиям	1,5	устный опрос	3,4	ПЗ
		подготовки к выполнению лабораторных работ	1,5	практическое задание	5,6	ЛР
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	2	устный опрос	7,8	ЛР
4	Городские оптические сети (metropolitan networks). Ч.2. Технология CWDM.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	письменная работа, устный опрос	7,16	Т/зачет
		Подготовка к практическим занятиям	1,5	устный опрос	5,6	ПЗ
		подготовки к выполнению лабораторных работ	1,5	практическое задание	7,8	ЛР
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	2	устный опрос	9,10	ЛР
5	Оптические сети доступа. Технологии FTTH, PON.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	письменная работа, устный опрос	9,16	Т/зачет
		Подготовка к практическим занятиям	1,5	устный опрос	7,8	ПЗ

		подготовки к выполнению лабораторных работ	1,5	практическое задание	9,10	ЛР
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	2	устный опрос	11,12	ЛР
6	Проектирование оптических сетей связи.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	письменная работа, устный опрос	11,16	Т/зачет
		Подготовка к практическим занятиям	1,5	устный опрос	9,10	ПЗ
		подготовки к выполнению лабораторных работ	1,5	практическое задание	11,12	ЛР
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	1	устный опрос	13,14	ЛР
7	Эксплуатация и дистанционное администрирование оптических сетей.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	2	письменная работа, устный опрос	13,16	Т/зачет
		Подготовка к практическим занятиям	1,5	устный опрос	11,12	ПЗ
		подготовки к выполнению лабораторных работ	1,5	практическое задание	13,14	ЛР
		оформление технического отчёта по лабораторным работам и подготовка к их защите	2	устный опрос	15,16	ЛР
		Итого:	37			

**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 MS Office.

**8.3 Перечень информационных справочных систем:**

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»:  
<http://window.edu.ru/>
2. Электронная библиотека ЮРАЙТ: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)
3. Электронно-библиотечная система ЛАНЬ: <https://e.lanbook.com>

**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. 133, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
	Практические занятия	Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации – ауд. 133, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
2.	Лабораторные занятия	Учебные лаборатории 133с и 137с, оборудованные лабораторными учебными стендами (137с) и парком компьютерной техники (133с), техники для проведения лабораторных работ по изучению оптических систем связи.
3.	Групповые	Учебные аудитории для проведения занятий

	(индивидуальные) консультации	семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации – ауд. 133, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
4.	Текущий контроль Промежуточная аттестация	Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации – ауд. 133, корп. С (ул. Ставропольская, 149)
5.	Самостоятельная работа	Аудитория для самостоятельной работы – ауд. 208, корп. С (ул. Ставропольская, 149)