

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования, первый  
проректор

Хатуров Т.А.

подпись

« 27 » 2018 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### ***Б1.В.ДВ.05.01 СЕТИ 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)*

Программа подготовки

академическая

*(академическая /прикладная)*

Форма обучения

очная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация (степень) выпускника

магистр

*(бакалавр, магистр, специалист)*

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.05.01 «Сети 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, направленность «Оптические системы локации, связи и обработки информации»

Программу составил:

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

  
\_\_\_\_\_ подпись

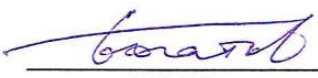
Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.05.01 «Сети оптической связи» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 9 от 12.04.2018 г.

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

  
\_\_\_\_\_ подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 10 от 02.04.2018 г.

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

  
\_\_\_\_\_ подпись

Рецензенты:

Попов А.В., заместитель директора 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 Цель освоения дисциплины**

Учебная дисциплина «Сети оптической связи» ставит своей целью изучение студентами волоконно-оптических сетей связи со спектральным уплотнением каналов. Изучение проводится на уровне общих принципов построения магистральных, внутризональных и городских сетей WDM, методов технической реализации узлов WDM, процедур обработки и передачи информации в сетях различных топологий, описания современных образцов промышленной аппаратуры.

### **1.2 Задачи дисциплины**

Задачи изучения дисциплины «Сети оптической связи» направлены на формирование профессиональных компетенций: ПК-4, ПК-5 с учетом специфики работы предприятий ОПК, а именно - проектирования, разработки, тестирования, отладке оборудования.

Задачи освоения дисциплины состоят в:

- формировании у студентов знаний об основных физических явлениях и закономерностях, определяющих работу волоконно-оптических сетей передачи данных;
- формирование у студентов знаний об основных методах экспериментального исследования параметров волоконно-оптических сетей передачи данных;
- формирование у студентов навыков экспериментального исследования параметров приборов, схем, устройств и установок волоконно-оптических сетей передачи данных;
- формирование у студентов знаний о методах и навыков наладки, и диагностики приборов, схем, устройств и установок волоконно-оптических сетей передачи данных;
- формирование у студентов знаний о методах и навыков монтажа, испытаний и сдачи в эксплуатацию установок волоконно-оптических линий передачи данных;
- формирование у студентов знаний о методиках и навыков сервисного обслуживания приборов, схем, устройств и установок волоконно-оптических линий связи.

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

Дисциплина Б1.В.ДВ.05.01 «Сети оптической связи» относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебной программы.

Дисциплина «Сети оптической связи» читается в V семестре магистратуры по направлению 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» и опирается на знания, полученные студентами при изучении дисциплины «Оптические цифровые телекоммуникационные системы», профиль «Оптические системы локализации, связи и обработки информации»

### **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-4, ПК-5.

№ п.п.	Индекс компет	Содержание компетенции (или её	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны
--------	---------------	--------------------------------	---

	енции	части)	знать	уметь	владеть
1.	ПК-4	Способностью к разработке методов формирования и обработки сигналов, систем коммутации синхронизации и определению области эффективного их использования в инфокоммуникационных сетях, системах и устройствах.	Принципы построения, международные рекомендации ИТУ, технические характеристики оптических систем связи;	Проектировать оптические сети связи	Навыками эксплуатации оборудования, применяемого в волоконно-оптических сетях связи.
2.	ПК-5	Способность использовать современную элементную базу и схемотехнику устройств инфокоммуникаций.	Элементную базу волоконно-оптических систем связи;	Проводить компьютерное моделирование элементов и систем оптической связи;	Основным и навыками и понятиями о схемотехнике устройств инфокоммуникаций

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)
		В
<b>Контактная работа, в том числе:</b>		
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>20</b>	<b>20</b>
Занятия лекционного типа	-	-
Лабораторные занятия	10	10
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	10	10
<b>Иная контактная работа:</b>		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>87,8</b>	<b>87,8</b>

Проработка учебного (теоретического) материала		50	50
Подготовка к текущему контролю		37,8	37,8
<b>Общая трудоемкость</b>		<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>20,2</b>	<b>20,2</b>
	<b>зач. ед</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в В семестре (для студентов ОФО)

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			КСР	Внеаудиторная работа
			Лек	ПР	Лаб		
1	Планирование и проектирование магистральных и внутризоновых сетей оптической связи с применением оборудования спектрального уплотнения каналов.	23		2	5		16
2	Применение технологии DWDM и CWDM в городских сетях (metropolitan area networks)	15		1			14
3.	Применение конфигурируемых оптических мультиплексоров ввода-вывода ROADM в оптических сетях.	16		2			14
4	Технология WDM в пассивных оптических сетях (PON).	15		1			14
5	Управление оптическими каналами WDM в сети связи.	22,8		2	5		15,8
6	Сети DWDM с оптической маршрутизацией по длине волны.	16		2			14
	Промежуточная аттестация	0,2					
	Итого	107,8		10	10		87,8

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
---	-----------------------------	---------------------------	-------------------------

1	Планирование и проектирование магистральных и внутризоновых сетей оптической связи с применением оборудования спектрального уплотнения каналов.	Архитектуры транспортных сетей. Общие вопросы планирования WDM магистральных сетей оптической связи. Выбор топологии сети. Организация проектной работы, общий порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации. Стадийность проектирования. Основания для проектирования, основные исходные данные и материалы. Состав и содержание разделов проектной документации для линейных объектов ВОЛС, порядок разработки, основные требования. Выбор компонент ВОСП на основании рекомендаций и стандартов.	ЛР, ПЗ, КВ
2	Применение технологии DWDM и CWDM в городских сетях (metropolitan area networks)	Топологии городских WDM-сетей. Схемы защиты сетей. Виды нагрузки сети и требуемые ресурсы. Терминальные мультиплексоры с линейными портами WDM. Интерфейсы многоволновых (WDM) систем. Вопросы модернизации SDH-сетей. Синхронизация в городских сетях.	ПЗ, КВ
3	Применение конфигурируемых оптических мультиплексоров ввода-вывода ROADM в оптических сетях.	Динамически изменяемые транспортные сети на основе мультиплексоров ROADM. Изменения топологии сети.	ПЗ, КВ
4	Технология WDM в пассивных оптических сетях (PON).	Перспективы использования CWDM-уплотнения каналов при построении оптических сетей доступа. Оценка пропускной способности.	ПЗ, КВ
5	Управление оптическими каналами WDM в сети связи.	Системы автоматического мониторинга и управления волоконно-оптическими WDM-сетями	ЛР, ПЗ, КВ
6	Сети DWDM с оптической маршрутизацией по длине волны.	Оптические сети с $\lambda$ -маршрутизацией. Интеллектуальные оптические сети на основе DWDM.	ПЗ, КВ

Примечание: ЛР – защита лабораторной работы, КВ – ответы на контрольные вопросы, ПЗ – выполнение практических заданий

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

Лекции по учебному плану дисциплины не предусмотрены.

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Кол-во часов	Форма текущего контроля
1	Планирование и проектирование магистральных и внутризоновых сетей оптической связи с применением оборудования спектрального уплотнения каналов.	Архитектуры транспортных сетей. Общие вопросы планирования WDM магистральных сетей оптической связи. Выбор топологии сети. Организация проектной работы, общий порядок разработки, согласования и утверждения проектной документации. Стадийность проектирования. Основания для проектирования, основные исходные данные и материалы. Состав и содержание разделов проектной документации для линейных объектов ВОЛС, порядок разработки, основные требования. Выбор компонент ВОСП на основании рекомендаций и стандартов.	2	ПЗ
2	Применение технологии DWDM и CWDM в городских сетях (metropolitan area networks)	Топологии городских WDM-сетей. Схемы защиты сетей. Виды нагрузки сети и требуемые ресурсы Терминальные мультиплексоры с линейными портами WDM. Интерфейсы многоволновых (WDM) систем. Вопросы модернизации SDH-сетей. Синхронизация в городских сетях.	1	ПЗ
3	Применение конфигурируемых оптических мультиплексоров ввода-вывода ROADM в оптических сетях.	Динамически изменяемые транспортные сети на основе мультиплексоров ROADM. Изменения топологии сети.	2	ПЗ
4	Технология WDM в пассивных оптических сетях (PON).	Перспективы использования CWDM-уплотнения каналов при построении оптических сетей доступа. Оценка пропускной способности.	1	ПЗ
5	Управление оптическими каналами WDM в сети связи.	Системы автоматического мониторинга и управления волоконно-оптическими WDM-сетями	2	ПЗ
6	Сети DWDM с оптической маршрутизацией по длине волны.	Оптические сети с $\lambda$ -маршрутизацией. Интеллектуальные оптические сети на основе DWDM.	2	ПЗ

Примечание: ЛР – защита лабораторной работы, КВ – ответы на контрольные вопросы, ПЗ – выполнение практических заданий

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

№ п /п	Наименование раздела	Тема	Кол-во часов	Форма текущего контроля
1	1	Примеры планирования магистральных и внутризоновых сетей связи	5	Технический отчет по лабораторным работам
2	5	Дистанционное управление и контроль оборудование CWDM-сети связи	5	Технический отчет по лабораторным работам

Лабораторные работы выполняются в специализированной учебной лаборатории № 137с. 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 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	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 текущему контролю	

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

№	Наименование раздела (темы)	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Планирование и проектирование магистральных и внутризоновых сетей оптической связи с	1. 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.



	применением оборудования спектрального уплотнения каналов.	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: <a href="https://e.lanbook.com/book/63243">https://e.lanbook.com/book/63243</a> . — Загл. с экрана.
2	Применение технологии DWDM и CWDM в городских сетях (metropolitan area networks)	1. Скляр, 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> . — Загл. с экрана. 2. Будылдина, Н.В. Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных. Учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.В. Будылдина, В.П. Шувалов. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2016. — 342 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/94623">https://e.lanbook.com/book/94623</a> . — Загл. с экрана.
3	Применение конфигурируемых оптических мультиплексоров ввода-вывода ROADM в оптических сетях.	1. Портнов, Эдуард Львович. Оптические кабели связи и пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи [Текст] : учебное пособие для студентов / Э. Л. Портнов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 462 с 2. 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/64092">https://e.lanbook.com/book/64092</a> . — Загл. с экрана.
4	Технология WDM в пассивных оптических сетях (PON).	1. 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/5122">https://e.lanbook.com/book/5122</a> . 2. Салех, Бахаа Е. А. Оптика и фотоника. Принципы и применения [Текст] : [учебное пособие : в 2 т.]. Т. 1 / Б. Салех, М. Тейх ; пер. с англ. В. Л. Дербова. - Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 759 с
5	Управление оптическими каналами WDM в сети связи.	1. 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/5122">https://e.lanbook.com/book/5122</a> . 2. Будылдина, Н.В. Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных. Учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.В. Будылдина, В.П. Шувалов. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2016. — 342 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/94623">https://e.lanbook.com/book/94623</a> . — Загл. с экрана.
6	Сети DWDM с оптической маршрутизацией по длине волны.	1. Битнер, В.И. Сети нового поколения – NGN [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Битнер, Ц.Ц. Михайлова. — Электрон. дан. — Москва :

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:

- практические задания;
- контрольные работы;
- тестирование;
- публичная 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 практических занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержания, 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 конспекта;

– 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;

– 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.

Занятия, проводимые с использованием интерактивных технологий

Семестр	Вид занятия(Л, ПЗ, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
	ПЗ	Индивидуальное выполнение практических заданий	10
	ЛР	Индивидуальное выполнение лабораторных заданий	10
Итого:			20

ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия

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

Текущий контроль организован в формах: ответов на контрольные вопросы, защиты лабораторных работ, в ходе практических и лабораторных занятий 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.05.01 «Сети оптической связи»

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

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля содержит:

- контрольных вопросов по учебной программе
- контрольные вопросы к лабораторным работам и требования к содержанию отчета по лабораторным работам.
- примеры практических заданий.

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

1. Что такое WDM, DWDM и CWDM? Кратко опишите два режима передачи WDM оборудования?
2. Кратко опишите структуру WDM системы.
3. Что такое открытая и интегрированная система?
4. Какие бывают архитектуры транспортных оптических сетей?
5. Назовите основные этапы проектирования транспортных сетей.
6. Объясните, как производится планирование и проектирование городских оптических сетей и сетей доступа, с учетом их специфики.
7. Назовите преимущества использования мультиплексов ROADM в городских и внутризоновых сетях.
8. Назовите, как производится выбор компонент ВОСП городских и транспортных сетей, в том числе оптического кабеля, на основании рекомендаций и стандартов.
9. Объясните назначение супервизорного (управляющего) канала магистральной DWDM-сети.
10. Укажите возможные топологии и принцип передачи информации функционирования в сетях связи с полностью оптической  $\lambda$ -маршрутизацией.

Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:

ПК-4 Способностью к разработке методов формирования и обработки сигналов, систем коммутации синхронизации и определению области эффективного их использования в инфокоммуникационных сетях, системах и устройствах: знать Принципы построения, международные рекомендации ITU, технические характеристики оптических систем связи.

#### **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).

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

Какова изоляция жил кабелей типа МК и МКС?  
 Разновидности и область применения кабелей МКС?  
 Где прокладывается кабель типа МКСБ и МКСК?  
 Какие кабели применяются для организации зонной связи, разновидности?  
 Что накладывается поверх алюминиевых и стальных оболочек, и с какой целью?  
 Какую изоляцию имеют токопроводящие жилы коаксиальных кабелей? Сколько коаксиальных пар в кабеле типа КМ-8/6. Их назначение?  
 Назначение симметричных четверок и пар в коаксиальных кабелях?  
 Назначение кабеля типа РК?  
 Системы передачи, работающие по симметричным и коаксиальным кабелям связи?  
 Что такое CWDM?  
 Компоненты CWDM систем

Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:

ПК-4 Способностью к разработке методов формирования и обработки сигналов, систем коммутации синхронизации и определению области эффективного их использования в инфокоммуникационных сетях, системах и устройствах: знать Принципы построения, международные рекомендации ITU, технические характеристики оптических систем связи.

ПК-5 Способность использовать современную элементную базу и схемотехнику устройств инфокоммуникаций: знать элементную базу волоконно-оптических систем связи;

### **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).

### **Примеры практических заданий**

#### **Практическое задание 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.

#### **Практическое задание 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.

Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:

ПК-4 Способностью к разработке методов формирования и обработки сигналов, систем коммутации синхронизации и определению области эффективного их использования в инфокоммуникационных сетях, системах и устройствах: уметь проводить компьютерное моделирование элементов и систем оптической связи;

#### **Критерии оценивания:**

Оценка «отлично» – студент ясно изложил условие задачи, решение обосновал точной ссылкой на изученный материал. Оценка «хорошо» – студент ясно изложил условие задачи, но в обосновании решения имеются сомнения. Оценка «удовлетворительно» – студент изложил условие задачи, но решение обосновал формулировками при неполном использовании понятийного аппарата дисциплины. Оценка «неудовлетворительно» – студент не уяснил условия задачи, решение не обосновал.

### **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.

**4.2.1. Вопросы, выносимые на зачет и экзамен в V семестре по дисциплине «Сети оптической связи»** для направления 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, профиль "Оптические системы локации, связи и обработки информации":

#### **Вопросы для подготовки к зачету**

1. Планирование и проектирование магистральных и внутризоновых сетей оптической связи с применением оборудования спектрального уплотнения каналов.
2. Применение технологии DWDM и CWDM в городских сетях (metropolitan area networks)
3. Применение конфигурируемых оптических мультиплексоров ввода-вывода ROADM в оптических сетях.
4. Технология WDM в пассивных оптических сетях (PON).
5. Управление оптическими каналами WDM в сети связи.
6. Сети DWDM с оптической маршрутизацией по длине волны. Топология сети с  $\lambda$ -маршрутизацией. Интеллектуальные оптические сети на основе DWDM.

Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством:

ПК-4 Способностью к разработке методов формирования и обработки сигналов, систем коммутации синхронизации и определению области эффективного их использования в инфокоммуникационных сетях, системах и устройствах: 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-5 Способность использовать современную элементную базу и схемотехнику устройств инфокоммуникаций: знать элементную базу волоконно-оптических систем связи; уметь проводить компьютерное моделирование элементов и систем оптической связи; владеть основными навыками и понятиями о схемотехнике устройств инфокоммуникаций.

Итоговый контроль осуществляется в виде зачета в конце семестра. На зачете магистрантам предлагается ответить на 2 вопроса по материалам учебной дисциплины. По итогам ответа на зачете преподаватель оценивает знания магистранта. Зачет является окончательным итогом по дисциплине.

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.

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: 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.
2. Салех, Бахаа Е. А. Оптика и фотоника. Принципы и применения: [учебное пособие : в 2 т.]. Т. 1 / Б. Салех, М. Тейх ; пер. с англ. В. Л. Дербова. - Долгопрудный : Интеллект, 2012. - 759 с
3. Скляр, О.К. Волоконно-оптические сети и системы: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 268 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76830>. — Загл. с экрана.



4. Будылдина, Н.В. Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных. Учебное пособие для вузов: учеб. пособие / Н.В. Будылдина, В.П. Шувалов. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2016. — 342 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94623>. — Загл. с экрана.
5. Битнер, В.И. Сети нового поколения – NGN: 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, Эдуард Львович. Оптические кабели связи и пассивные компоненты волоконно-оптических линий связи: учебное пособие для студентов / Э. Л. Портнов. - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 462 с

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

## **5.2 Дополнительная литература:**

1. Телекоммуникационные системы и сети: В 3 томах. Том 3. - Мультисервисные сети: учеб. пособие / В.В. Величко [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2015. — 592 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64092>. — Загл. с экрана.
2. Росляков, А.В. Зарубежные и отечественные платформы сетей NGN] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2014. — 258 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/63243>. — Загл. с экрана.
3. Фокин, В. Г. Оптические системы передачи и транспортные сети: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям 21040165 "Физика и техника оптической связи", 21040465 "Многоканальные телекоммуникационные системы", 21040665 "Сети связи и системы коммуникации" / В. Г. Фокин. - Москва : Эко-Трендз, 2008. - 285 с.

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

Электронная библиотека 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 87,8 часов СРС. от общей трудоемкости дисциплины (108 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.

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 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 «Сети оптической связи» также относятся электронные варианты дополнительных учебных, научно-популярных и научных изданий по данной дисциплине.

Рекомендуется следующий график и календарный план самостоятельной работы студентов по учебным неделям (10 недель):

**Рекомендуемый график самостоятельной работы студентов в В семестре по дисциплине «Сети 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	Планирование и проектирование магистральных и внутризоновых сетей оптической связи с применением оборудования спектрального уплотнения каналов.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	10	1-3	Зачет	устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	2	1-3	ПЗ	устный опрос
		Подготовка к лабораторным занятиям	2	1-3	ЛР	устный опрос
		Оформление технического отчета по лабораторной работе	2	1-3	ЛР	Письменная работа, устный опрос
2	Применение технологии DWDM и CWDM в городских сетях (metropolitan area)	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и	9	3-4	Зачет	устный опрос

	networks)	промежуточной аттестации				
		Подготовка к практическим занятиям	5	3-4	ПЗ	устный опрос
3	Применение конфигурируемых оптических мультиплексоров ввода-вывода ROADM в оптических сетях.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	8	5-6	Зачет	письменная работа, устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	6	5-6	ПЗ	устный опрос
4	Технология WDM в пассивных оптических сетях (PON).	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	10	7-8	Зачет	устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	4	7-8	ПЗ	письменная работа, устный опрос
5	Управление оптическими каналами WDM в сети связи.	Проработка учебного (теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации	7,8	8-9	Зачет	устный опрос
		Подготовка к практическим занятиям	3	8-9	ПЗ	Письменная работа
		Подготовка к лабораторным занятиям	3	8-9	ЛР	письменная работа, устный опрос
		Оформление технического отчета по лабораторной работе	2	8-9	ЛР	
6	Сети DWDM с оптической	Проработка учебного	10	9-10	Зачет	устный опрос

	маршрутизацией по длине волны.	(теоретического материала) подготовка к текущей и промежуточной аттестации				
		Подготовка к практическим занятиям	4	9-10	ПЗ	
		Итого:	87,8			

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

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

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

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

1. Консультирование посредством электронной почты.
2. Использование электронной презентации на сайте Moodle КубГУ.

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

Так как для самостоятельной работы обучающихся предполагается доступ в электронную информационно-образовательную среду организации и сеть Интернет, то общие требования к помещениям для самостоятельной работы обучающихся вполне достаточно.

Для реализации настоящей программы требуется:

1. Операционная система Microsoft семейства Windows (7/8/10), в рамках программы компании Microsoft “Enrollment for Education Solutions” для компьютеров и серверов Кубанского государственного университета и его филиалов.

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

1. Электронная библиотека Лань: <https://e.lanbook.com/>

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

Успешная реализация преподавания дисциплины «Сети 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 № 137с для проведения лабораторных работ, оснащенная необходимым измерительным оборудованием и учебно-

исследовательскими макетами. 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).

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.	Семинарские занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации - ауд. 133 корп. С (ул. Ставропольская, 149)
2.	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ – ауд. 137а корп. С (ул. Ставропольская, 149)
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации - ауд. 133 корп. С (ул. Ставропольская, 149)
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации - ауд. 133 корп. С (ул. Ставропольская, 149)
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы 208с, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.