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
_____Т.А. Хагуров
подпись
«28» мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.07 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)

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация магистр
(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины Б1.В.07 «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»

Программу составил:

М.М. Векшин, д-р физ.-мат. наук,
профессор кафедры оптоэлектроники Векшин
подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.07 «Сети оптической связи» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 8 от 07 апреля 2021 г.
Заведующий кафедрой оптоэлектроники
д-р техн. наук, профессор Н.А. Яковенко
подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 13 от 16 апреля 2021 г.
Председатель УМК ФТФ
д-р физ.-мат. наук, профессор Н.М. Богатов
подпись

Рецензенты:

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

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

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, внутризоновых 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 В 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 локации, 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 ITU, 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;	Основными 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
Контактная работа, в том числе:		
Аудиторные занятия (всего):	**20**	**20**
Занятия лекционного типа	-	-
Лабораторные занятия	10	10
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	10	10
Иная контактная работа:		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:	**87,8**	**87,8**

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

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		СРС
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 λ-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 λ-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: https://e.lanbook.com/book/63243. — Загл. с экрана.
2	Применение технологии DWDM и CWDM в городских сетях (metropolitan area networks)	1. Скляров, 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. — 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: https://e.lanbook.com/book/94623. — 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: https://e.lanbook.com/book/64092. — 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: https://e.lanbook.com/book/5122. 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: https://e.lanbook.com/book/5122. 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: https://e.lanbook.com/book/94623. — 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 :

		Горячая линия-Телеком, 2011. — 226 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5122.

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 содержимого, позволяющего слушателю воспринимать особенности изучаемого материала, зачастую играющие решающую роль в понимании и восприятии, а также формировании профессиональных компетенций. Интерактивные аудиторные занятия с использованием мультимедийных систем позволяют активно и эффективно вовлекать учащихся в учебный процесс и осуществлять обратную связь. Помимо этого, становится возможным эффективное обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем.

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

– электронные конспекты лекций;

– электронные планы практических (семинарских) занятий;

– электронные варианты учебно-методическогих 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 мультиплексоров 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 λ-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 зоновой 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 В 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 λ-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. Скляров, 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 савязи 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 онлайнового 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.