Межгосударственная образовательная организация высшего образования «Российско-Армянский университет»

Утверждено
Директор Института
Агаронян А.К.
«19» июня 2026 г., протокол № 10
Утвержден Ученым Советом ИМФВТ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: Б1.В.09 Оптические телекоммуникационные системы

Автор (ы) *канд. физ.-мат. наук , профессор Багдасарян О.В.*
Ф.И.О, ученое звание (при наличии), ученая степень (при наличии)

Направление подготовки: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Согласовано:

Заведующий Базовой кафедрой Телекоммуникаций
Сиволенко Э. Р.
_____
(подпись)

1. АННОТАЦИЯ

1.1. Учебная программа дисциплины «Оптические телекоммуникационные системы» ориентирована на подготовку высокопрофессиональных кадров в области систем оптической связи, которые должны обладать основополагающими знаниями и навыками в области теории и техники оптической связи, включая все основные пассивные и активные элементы применяемые в организации оптической связи на любые расстояния, а также все основные методы организации многопользовательского доступа.

1.2. Трудоемкость в академических кредитах - 5 и часах - 180, формы итогового контроля экзамен;

1.3. Данная дисциплина теснейшим образом взаимосвязана с дисциплинами: электромагнитные поля и волны, электроника, общая теория связи, цифровая обработка сигналов, построение телекоммуникационных сетей и с последующими УМКД магистратуры.

1.4. Результаты освоения программы дисциплины:

Код компетенции *(в соответствии рабочим с учебным планом)*	**Наименование компетенции** *(в соответствии рабочим с учебным планом)*	**Код индикатора достижения компетенций** *(в соответствии рабочим с учебным планом)*	**Наименование индикатора достижений компетенций***(в соответствии рабочим с учебным планом)*
Код универсальной компетенции УК-1.	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3;	**Знает** методики поиска, сбора и обработки информации, метод системного анализа **Умеет** применять методики поиска, сбора и обработки информации, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, применять системный подход для решения поставленных задач. **Владеет** методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации, методикой системного подхода для решения поставленных задач.

Код профессиональной компетенции ПК -1	Способен к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи	**ПК -1.1**	**Знает** принципы построения и работы сетей связи и протоколов сигнализации, стандарты качества передачи данных, голоса и видео, применяемых в организации сети организации связи
		ПК-1.2	**Умеет** анализировать статистику основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных, разрабатывать мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне, выполнять расчет пропускной способности сетей телекоммуникаций
		ПК -1.3	**Владеет** навыками разработки схемы организации связи и интеграции новых сетевых элементов, построения и расширения коммутационной подсистемы и оборудовании по обеспечению реализации услуг

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цель дисциплины - ознакомление студентов с физическими принципами распространения световых волн в волоконно-оптических системах связи, с принципами работы основных составляющих элементов оптической связи - передатчики оптических сигналов, оптические волокна, модуляторы, переключатели, фильтры, приемники оптических сигналов и системы многопользовательского доступа.

Задача - ознакомить студентов с основами передачи и приема оптических сигналов, структуры и построения различных систем оптической связи, дать представление о

возможностях систем оптической связи, ознакомить с основными измерительными приборами, применяемыми в эксплуатации и налаживании систем оптической связи.

2.2. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах 180 и зачетных единицах -5) ***(удалить строки, которые не будут применены в рамках дисциплины)***

Виды учебной работы	**Всего, в акад. часах**	**Распределение по семестрам**					
		_III__ сем	**_IV_ сем**	**_V_ сем**	**_VI сем**	**_VII сем**	**VIII сем**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	**180**					**180**	
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	**64**					**64**	
1.1.1. Лекции	**16**					**16**	
1.1.2. Практические занятия, в т. ч.	**48**					**48**	
1.1.3. Лабораторные работы							
1.1.4. Другие виды (указать)							
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	**80**					**80**	
1.2.1. Подготовка к экзаменам							
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	**Экзамен 36**					**36**	

2.3. Содержание дисциплины

2.3.1. Тематический план и трудоемкость аудиторных занятий (модули, разделы дисциплины и виды занятий) по рабочему учебному плану

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекционные занятия (ак. часов)	Семинарские занятия (ак. часов)	Практические занятия (ак. часов)	Лабораторные работы (ак. часов)
1	2	3	4	5	6
МОДУЛЬ 1. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКНАХ	22	4	-	-	18
Введение			-	-	-
Раздел 1. Физические основы распространения электромагнитных волн оптического диапазона в диэлектрических волноводах	11	-	-	-	
Тема 1.1. Влияние границ раздела сред на распространение оптического излучения	4	1	-	-	2
Тема 1.2. Оптическое волокно как среда распространения электромагнитных волн	6	-	-	-	4
Тема 1.3. Характерные параметры оптических волокон	1	-	-	-	2
Раздел 2. Механизмы потерь, дисперсионных искажений и нелинейных явлений в оптических волокнах	10		-	-	
Тема 2.1 Основные механизмы потерь в оптических волноводах	6	1	-	-	4
Тема 2.2. Дисперсионные искажения оптических сигналов в волокнах	2	1	-	-	2
Тема 2.3. Нелинейные явления в оптических волокнах	2	1			4
МОДУЛЬ 2. ОПТИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ СВЯЗИ	12	2	-	-	10
Раздел 3. Методы изготовления оптических волокон	10	-	-	-	-
Тема 3.1. Изготовление оптических волокон	2	1	-	-	4
Тема 3.2. Соединения оптических волокон	6	1	-	-	4
Тема 3.3. Оптические кабели связи	2	-	-	-	2
МОДУЛЬ 3. ЧАСТОТНОЕ УПЛОТНЕНИЕ КАНАЛОВ СВЯЗИ	6	4	-	-	2
Раздел 4. Волоконно-оптические системы связи с частотным разделением каналов	-	-	-	-	-
Тема 4.1. Организация частотного уплотнения каналов оптической связи	3	1	-	-	2
Тема 4.2. Оптические фильтры и их основные характеристики	3	1	-	-	2
Тема 4.3. Физические основы работы интерферометера Фабри-Перо	4	1			
Тема 4.4. Волоконно-оптические решетки Брэгга	4	1	-	-	-
МОДУЛЬ 4. УСИЛИТЕЛИ ОПТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ	10	2	-	-	8
Раздел 5. Физика и техника оптических усилителей	-		-	-	-
Тема 5.1. Методы усиления оптических сигналов	6	1	-	-	5
Тема 5.2. Принципы работы эрбиумого волоконно-оптического и полупроводникового оптического усилителя	4	1	-	-	3
МОДУЛЬ 5. ТЕХНИКА КОММУТАЦИИ В СИСТЕМАХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ	14	4	-	-	1
Раздел 6. Модуляторы и переключатели в системах волоконно-оптической связи	8	-	-	-	2
Тема 6.1. Типы модуляции и способы их реализации в системах волоконно-оптической связи	4	-	-	-	2
Тема 6.2. Переключатели каналов оптический связи	4	-	-	-	2
Раздел 7. Временное и кодовое разделение каналов волоконно-оптической связи	6	-	-	-	-
Тема 7.1. Физика и техника временного разделения каналов связи	4	2	-	-	2
Тема 7.2. Физика и техника кодового разделения каналов связи	2	2	-	-	2

ИТОГО	**64**	**16**	**-**	**-**	**48**

2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

МОДУЛЬ 1. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКНАХ

Введение

Предмет дисциплины и её задачи. Структура курса, виды и методы подготовки и контроля. Рекомендуемая литература.

История развития волоконно-оптической связи. Открытые системы оптической связи: преимущества, недостатки. Закрытые линии оптической связи. Волоконно-оптические линии связи: недостатки, преимущества, области применения. Блок-схема одноканальной волоконно-оптической системы связи.

([1] Введение, Гл.1, [2] Гл.1, Гл.3, [3] Введение, [4] Гл.1)

Раздел 1. Физические основы распространения электромагнитных волн оптического диапазона в диэлектрических волноводах

Тема 1.1. Влияние границ раздела сред на распространение оптического излучения

Спектр электромагнитных волн. Законы Снеллиуса. Полное внутреннее отражение от границы раздела двух диэлектрических сред. Критический угол. Использование оптического диапазона для волоконно-оптических линий связи.

([1] §1.2.1, §1.3.2., [2] Гл. 4, [3] Введение, §1.1.1, §1.1.2, [4] §2.2)

Тема 1.2. Оптическое волокно как среда распространения электромагнитных волн

Распространение электромагнитных волн в оптических волокнах. Ввод света в оптическое волокно. Числовая апертура волокна. Понятие оптической моды. Распространяющиеся, поверхностные и вытекающие волны.

([1] §1.3, [2] Гл.5, [3] §1.1.2, §1.1.3, [4] §2.2)

Тема 1.3. Характерные параметры оптических волокон

Конструкции оптических волокон. Типы оптических волокон: ступенчатое и градиентное, одномодовое и многомодовое волокна. Число мод в многомодовом оптическом волокне. Диаметр модового поля. Длина отсечки. Рабочие длины волн волоконно-оптической связи.

([1] §2.1, §2.2, [2] Гл.5, [3] §1.1.4, §1.1.5, §1.1.6, [4] §2.2)

Раздел 2. Механизмы потерь, дисперсионных искажений и нелинейных явлений в оптических волокнах

Тема 2.1 Основные механизмы потерь в оптических волноводах

Методы изготовления оптических волокон. Механизмы потерь в оптических волокнах. Рассеяние, поглощение, макро- и микроизгибы. “Окна прозрачности” оптических волокон.

([1] §2.3, §2.4, §2.5, §6.1, §6.2, [2] Гл.6, [3]§1.1.7, [4]§2.2)

Тема 2.2. Дисперсионные искажения оптических сигналов в волокнах

Дисперсионные искажения оптических сигналов, распространяющихся по оптическому волокну. Типы дисперсии в оптических волокнах. Современные методы компенсации дисперсии в оптических волокнах: с помощью специальных компенсирующих дисперсию волокон и чирпованных волоконно-оптических Брэгговских решеток.

([1] §6.3, [2] Гл.6, [3] §3.6.5, §3.6.6, §1.1.6, [4] §2.2)

Тема 2.3. Нелинейные явления в оптических волокнах

Нелинейные явления в оптических волокнах: стимулированные (вынужденные) Рамановское и Бриллюэновское рассеяния, четырехволновое смешение, фазовая само- и кроссмодуляции.

([1]§6.4, [2] Гл.6, [3] §3.6.7, §3.7, [4] §2.2)

МОДУЛЬ 2. ОПТИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ СВЯЗИ

Раздел 3. Методы изготовления оптических волокон

Тема 3.1. Изготовление оптических волокон

Материалы оптических волокон, методы изготовления оптических волокон. Особенности технологических установок. Специальные оптические волокна.

([2] Гл.7, [7] Ch.6)

Тема 3.2. Соединения оптических волокон

Соединения оптических волокон: разъемные и неразъемные соединения. Соединения с помощью механических соединителей (коннекторов), сплайса и сварки. Вносимые потери: внутренние и внешние.

([1] Гл.3, §3.2.9, §3.2.10, §3.4.1, §3.4.2, [2] Гл.11, [3] Гл.1.2, [4] Гл.3.1, 3.2)

Тема 3.3. Оптические кабели связи

Типы оптических кабелей. Конструктивные особенности оптических кабелей связи. Прокладка оптических кабелей.

([1] Гл.11, §11.2, [2] Гл.7, Гл.14, [7] Ch.6)

МОДУЛЬ 3. ЧАСТОТНОЕ УПЛОТНЕНИЕ КАНАЛОВ СВЯЗИ

Раздел 4. Волоконно-оптические системы связи с частотным разделением каналов

Тема 4.1. Организация частотного уплотнения каналов оптической связи

Структура волоконно-оптической системы связи с частотным уплотнением каналов (WDM): принцип работы и элементная база. Оптические разветвители. Волновые мультиплексоры и демультиплексоры. Опто-волоконные микро-оптические ответвители, ответвители на связанных волокнах и асимметричные ответвители.

([1] Гл.8, §8.2, [4] §3.4, [7] Ch.9)

Тема 4.2. Оптические фильтры и их основные характеристики

Оптические фильтры, используемые в волоконно-оптических системах связи с частотным уплотнением каналов. Принцип работы и характеристики, спектральная полоса. Фильтры пропускательного и отражательного типа.

([1]Гл.8, §8.3 - §8.6, [4] §3.4, [7] Ch.9)

Тема 4.3. Физические основы работы интерферометера Фабри-Перо

Интерферометр Фабри-Перо как фильтр пропускательного типа. Интерферометры Фабри-Перо с металлическими и многослойными диэлектрическими зеркалами. Спектральные характеристики интерферометров Фабри-Перо.

([1] Гл.8, §8.3, [7] 5.8.2)

Тема 4.4. Волоконно-оптические решетки Брэгга

Волоконно-оптическая решетка Брэгга как фильтр отражательного типа. Однородные, аподизированные решетки Брэгга, решетки Брэгга со скачком фазы, чирпованние решетки Брэгга. Спектральные характеристики решеток Брэгга.

([1] Гл.8, §8.5, [7] 5.7.2, 5.8.3)

МОДУЛЬ 4. УСИЛИТЕЛИ ОПТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Раздел 5. Физика и техника оптических усилителей

Тема 5.1. Методы усиления оптических сигналов

Методы усиления оптических сигналов в волоконно-оптических системах связи. Преимущества полностью оптических усилителей перед электро-оптическими регенераторами. Типы оптических усилителей: волоконные и полупроводниковые оптические усилители.

([1] Гл.7, [3] Гл.1.6 , [4] Гл.4.4, [7] Гл.5.2, [8] Ch.6)

Тема 5.2. Принципы работы эрбиумого волоконно-оптического и полупроводникового оптического усилителя

Принцип работы эрбиумного волоконно-оптического усилителя (EDFA) на длине волны 980 и 1480 нм. Другие типы волоконно-оптических усилителей. Принцип работы полупроводникового оптического усилителя (SOA).

([1] Гл.7, §7.3, §7.4, §7.5, [3] Гл.1.6 , [4] Гл.4.4, [7] Гл.5.2, [8] Ch.6.2, 6.3, 6.4)

МОДУЛЬ 5. ТЕХНИКА КОММУТАЦИИ В СИСТЕМАХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

Раздел 6. Модуляторы и переключатели в системах волоконно-оптической связи

Тема 6.1. Типы модуляции и способы их реализации в системах волоконно-оптической связи

Оптические передатчики. Методы модуляции, используемые в оптических передатчиках: внутренняя и внешняя модуляции. Характеристики модуляторов.

([3] Гл.2.3, [7] Гл.5.9, 7.1)

Тема 6.2. Переключатели каналов оптической связи

Электро-оптические модуляторы и переключатели. Акусто-оптические модуляторы, переключатели и дефлекторы, основанные на явлении Брэгговской дифракции.

([2] Гл.12, [3] Гл.1.3, , [4] Гл.3.7, Гл.5.2, [7] Гл.5.9)

Раздел 7. Временное и кодовое разделение каналов волоконно-оптической связи

Тема 7.1. Физика и техника временного разделения каналов связи

Физичские основы временного разделения каналов связи. Асинхронная система разделения каналов. Синхронная система разделения каналов.

([4] 5.1, [8] 8.4)

Тема 7.2. Физика и техника кодового разделения каналов связи

Физичские основы кодового разделения каналов связи. Основная единица кодовой последовательности. Комбинированная частотно-импульсная система кодового разделения каналов.

([8] 8.6)

2.3.3. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума

1. Конструкция оптического волокна, обработка концов волокна, ввод оптического излучения в волокно, измерение числовой апертуры.
2. Методы измерения потерь в оптических волокнах. Оптический рефлектометр, принципы его работы и представление результатов измерений.
3. Передача и прием оптических сигналов в одноканальной волоконно-оптической линии связи.
4. Определение качества передачи цифровых сигналов по волоконно-оптической линии связи. Глаз-диаграмма и методы измерения битовых ошибок.

3. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Учебные методические пособия;
- Лабораторный стенд для обеспечения практических занятий;
- Источник лазерного излучения, многомодовое волокно, фотоприемник;
- Вычислительная техника;
- Проектор.

3.3. Модульная структура дисциплины с распределением весов по формам контролей

Формы контролей	Вес формы (форм) текущего контроля в результирующей оценке текущего контроля (по модулям)		Вес формы промежуточного контроля в итоговой оценке промежуточного контроля		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей (семестровой оценке)	Веса результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля
Вид учебной работы/контроля	**М1** [1]	**М2**	**М1**	**М2**	**М1**	**М2**		
Контрольная работа *(при наличии)*			1	1				
Устный опрос *(при наличии)*								
Тест *(при наличии)*								
Лабораторные работы *(при наличии)*	0.6	0.6						
Письменные домашние задания *(при наличии)*	0.4	0.4						
Реферат *(при наличии)*								
Эссе *(при наличии)*								
Проект *(при наличии)*								
Другие формы (при наличии)								
Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей					0,4	0,4		
Веса оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей					0,6	0,6		
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0,5	
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке							0,5	

[1] Учебный Модуль

промежуточных контролей								
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								0,4
Вес итогового контроля (Экзамен/зачет) в результирующей оценке итогового контроля								0,6 экзамен
	∑ = 1	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**

4. Теоретический блок ***(указываются материалы, необходимые для освоения учебной программы дисциплины)***

Материалы по теоретической части курса

5. Р.Фриман, “Волоконно-оптические системы связи”, пер. с англ. Под редакц. Н.Н. Слепова, Техносфера, Москва, 2003.
6. Д.Дж. Стерлинг, “Техническое руководство по волоконной оптике”, Изд. “Лори”, Москва, 1998.
7. А.Б. Иванов, “Волоконная оптика: компоненты, системы передачи, измерения”, М.: “Компания Сайрус Системс”, 1999.
8. Р.Р. Убайдулаев, “Волоконно-оптические сети”, М.: Эко-Трендз, 2001 г.
9. J. Hecht, “Understanding Fiber Optics” (3rd ed.), 1999.
10. J.M. Senior, “Optical Fiber Communications, Principles and Practice”, Second Edition, Prentice Hall, 1992.
11. H. J.R. Dutton, “Understanding Optical Communications”, IBM Corporation, 1998.
12. G.P. Agrawal, “Fiber-Optic Communication Systems”, Third Edition, Wiley&Sons, Inc. 2002.
13. R. Ramaswami, K.N. Sivarajan, “Optical Networks, A Practical Perspective”, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1998

14. Фонды оценочных средств ***(указываются материалы, необходимые для проверки уровня знаний в соответствии с содержанием учебной программы дисциплины).***

2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Волоконно-оптические линии связи: недостатки, преимущества, области применения.

2. Блок-схема одноканальной волоконно-оптической системы связи.
3. Спектр электромагнитных волн.
4. Законы Снеллиуса.
5. Полное внутреннее отражение от границы раздела двух диэлектрических сред. Критический угол.
6. Использование оптического диапазона для волоконно-оптических линий связи.
7. Распространение электромагнитных волн в оптических волокнах.
8. Ввод света в оптическое волокно. Числовая апертура волокна.
9. Понятие оптической моды.
10. Распространяющиеся, поверхностные и вытекающие волны.
11. Конструкции оптических волокон. Типы оптических волокон: ступенчатое и градиентное, одномодовое и многомодовое волокна.
12. Число мод в многомодовом оптическом волокне.
13. Диаметр модового поля. Длина отсечки.
14. Рабочие длины волн волоконно-оптической связи.
15. Методы изготовления оптических волокон.
16. Механизмы потерь в оптических волокнах. Рассеяние, поглощение, макро- и микроизгибы.
17. “Окна прозрачности” оптических волокон.
18. Дисперсионные искажения оптических сигналов, распространяющихся по оптическому волокну.
19. Типы дисперсии в оптических волокнах.
20. Современные методы компенсации дисперсии в оптических волокнах: с помощью специальных компенсирующих дисперсию волокон и чирпованных волоконно-оптических Брэгговских решеток.
21. Нелинейные явления в оптических волокнах: стимулированные (вынужденные) Рамановское и Бриллюэновское рассеяния, четырехволновое смешение, фазовая само- и кроссмодуляции.
22. Материалы оптических волокон, методы изготовления оптических волокон. Особенности технологических установок.
23. Специальные оптические волокна.
24. Соединения оптических волокон: разъемные и неразъемные соединения. Соединения с

помощью механических соединителей (коннекторов), сплайса и сварки.

25. Вносимые потери: внутренние и внешние.
26. Типы оптических кабелей. Конструктивные особенности оптических кабелей связи. Прокладка оптических кабелей.
27. Структура волоконно-оптической системы связи с частотным уплотнением каналов (WDM): принцип работы и элементная база.
28. Оптические разветвители. Волновые мультиплексоры и демультиплексоры.
29. Опто-волоконные микро-оптические ответвители, ответвители на связанных волокнах и асимметричные ответвители.
30. Оптические фильтры, используемые в волоконно-оптических системах связи с частотным уплотнением каналов. Принцип работы и характеристики, спектральная полоса. Фильтры пропускательного и отражательного типа.
31. Интерферометр Фабри-Перо как фильтр пропускательного типа.
32. Интерферометры Фабри-Перо с металлическими и многослойными диэлектрическими зеркалами. Спектральные характеристики.
33. Волоконно-оптическая решетка Брэгга как фильтр отражательного типа.
34. Однородные, аподизированные решетки Брэгга, решетки Брэгга со скачком фазы, чирпованние решетки Брегга. Спектральные характеристики интерферометров Фабри-Перо.
35. Методы усиления оптических сигналов в волоконно-оптических системах связи.
36. Преимущества полностью оптических усилителей перед электро-оптическими регенераторами.
37. Типы оптических усилителей: волоконные и полупроводниковые оптические усилители.
38. Принцип работы эрбиумного волоконно-оптического усилителя (EDFA) на длине волны 980 и 1480 нм.
39. Другие типы волоконно-оптических усилителей. Принцип работы полупроводникового оптического усилителя (SOA).
40. Оптические передатчики. Методы модуляции, используемые в оптических передатчиках: внутренняя и внешняя модуляции. Характеристики модуляторов.
41. Физические основы временного разделения каналов связи.
42. Асинхронная система разделения каналов.
43. Синхронная система разделения каналов.

44. Физичские основы кодового разделения каналов связи.
45. Основная единица кодовой последовательности.
46. Комбинированная частотно-импульсная система кодового разделения каналов.

5. Методический блок

Методика преподавания

Во время каждого занятия преподаватель представляет материал по теме дня и вовлекает группу в обсуждение. Практичный характер курса предполагает активное вмешательство каждого студента в процессы представления и обсуждения темы. За преподавателем закреплена ответственность придерживаться тематики данного занятия и предоставлять необходимые фундаментальные знаний и концепций.

После завершения изучения каждой из программ будет проведена контрольная работа для закрепления навыков.