

**ГОУ ВПО Российско-Армянский (Славянский)
университет**

Утверждено
Директор Института
Агаронян А.К.
«30» апреля 2025 г., протокол № 05
Утвержден Ученым Советом ИФИ



УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: Б1.В.08 Оптические системы и оптоволоконная связь

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

**Направление подготовки: 11.04.02 Инфокоммуникационные
технологии и системы связи**

**Наименование образовательной программы: Беспроводные
коммуникации и сенсоры**

Согласовано:

Вр. и.о. заведующего Кафедрой Телекоммуникаций
Сиволенко Э. Р.



(подпись)

1. АННОТАЦИЯ

1.1. В программе курса дисциплины «Оптические системы и оптоволоконная связь» изложены основные концепции оптической связи. С учетом полученных в бакалавриате знаний по основам реализации оптических линий связи и их основным элементам, в данном курсе последовательно рассматриваются три основные системы многопользовательского доступа: с временным, частотным и кодовым разделением каналов. Подробно рассматриваются способы реализации сетей связи разного уровня и требования к их совместимости.

1.2. Трудоемкость в академических кредитах -3 и часах 108, формы итогового контроля (экзамен/зачет);

1.1. Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана специальности (направления) Данная дисциплина теснейшим образом взаимосвязана с дисциплинами: электромагнитные поля и волны, оптические телекоммуникационные системы, общая теория связи, цифровая обработка сигналов, построение телекоммуникационных сетей и с последующими УМКД магистратуры.

1.2. 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)
ПК-1	Способен использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТuCC, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы с целью совершенствования и созданию новых перспективных инфокоммуникационных систем	ПК-1.1 ПК-1.2	Знает технические характеристики и экономические показатели разработок в области радиоэлектронной техники, действующие нормативные требования и государственные стандарты. Умеет осуществлять патентный поиск, проводить сбор, анализ и систематизацию научно-

		ПК-1.3	исследовательской информации, формулировать цели и задачи научно-исследовательских работ. Владеет навыками разработки и анализа вариантов создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной системы на основе синтеза накопленного опыта, изучения литературы.
ПК-2	Способен самостоятельно выполнять экспериментальные исследования для решения научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры и методов исследования	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Знает методики сбора, анализа и обработки статистической информации инфокоммуникационных систем Умеет проводить исследования характеристик телекоммуникационного оборудования и оценки качества предоставляемых услуг Владеет навыками анализа научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников, а также навыками проведения экспериментальных работ

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цели и задачи дисциплины *Цель дисциплины* - ознакомление студентов с принципами построения многоуровневых систем оптической связи, с особенностями сетей оптической связи, с системами многопользовательского доступа, а именно: временным разделением каналов, частотным разделением каналов и кодовым разделением каналов.

Задача - ознакомить студентов с принципами организации сетей оптической связи и ознакомить с существующими системами многопользовательского доступа.

2.2. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах - 108 и зачетных единицах - 3) *(удалить строки, которые не будут применены в рамках дисциплины)*

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах	Распределение по семестрам					
		I сем.	II сем.	III сем.	IV сем.	— сем.	— сем.
1	2	3	4	5	6	7	8
1.Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	108			108			
1.1.Аудиторные занятия, в т. ч.:	32			32			
1.1.1.Лекции	16			16			
1.1.2.Практические занятия, в т. ч.							
1.1.2.1. Обсуждение прикладных проектов							
1.1.3.Семинары							
1.1.4.Лабораторные работы	16			16			
1.1.5.Другие виды (указать)							
1.2.Самостоятельная работа, в т. ч.:	40			40			
1.2.1. Подготовка к экзаменам							
1.2.1.1.Курсовые работы							
1.2.1.2.Эссе и рефераты							
1.2.1.3.Другое (указать)							
1.3. Консультации							
1.4. Другие методы и формы занятий							
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	36 экзамен			36 экзамен			

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
Введение	1	1	-	-	-
Раздел 1. Классификация современных систем связи.	1	1	-	-	-
Тема 1.1. Типы проводных и беспроводных систем связи	1	1	-	-	-
Раздел 2. Архитектуры систем связи.	5	3	2	-	-
Тема 2.1 Двухточечные соединения, многоточечные соединения, сети связи		1	-	-	-
Тема 2.2. Топологии сетей связи, многоуровневые сети связи		1	-	-	-
Тема 2.3. Особенности систем оптической связи, преимущества, недостатки, области применения, перспективы		1	-	-	-
Раздел 3. Принципы временного мультиплексирования в оптических системах связи	4	2	2	-	-
Тема 3.1 Основы импульсно-кодовой модуляции, теорема Котельникова.		1	-	-	-
Тема 3.2 Принципы плезиосинхронной цифровой иерархии (PDH), анализ недостатков.		0,5	-	-	-
Тема 3.3 . Синхронная цифровая иерархия (SDH), основные принципы, преимущества, недостатки.		0,5	-	-	-
Раздел 4. Принципы частотного мультиплексирования в оптических системах связи	8	4	4	-	-
Тема 4.1. Структуры оптических коммуникационных систем с частотным мультиплексированием.		1	-	-	-
Тема 4.2. Схемы и элементы реализации частотного мультиплексирования. Оптические фильтры пропускательного и отражательного типа, оптические циркуляторы.		1	-	-	-
Тема 4.3. Современные устройства ввода-вывода отдельных частотных каналов в системах с частотным разделением каналов		1	-	-	-
Тема 4.4. Узкополосные источники излучения используемые в волоконно – оптических системах связи с частотным разделением каналов: а) Узкополосные лазеры бокового излучения б) Узкополосные лазеры вертикального излучения (VCSELs)		1	-	-	-
Раздел 5. Типы переключателей и модуляторов, используемые в современных системах волоконно – оптической связи	5	3	2	-	-
Тема 5.1. Типы переключателей каналов связи в системах ВОС.		2	-	-	-
Тема 5.2. Электрооптические модуляторы используемые в современных системах ВОС.		1	-	-	-
Раздел 6. Узкополосные и широкополосные оптические усилители, используемые в современных системах ВОС.	6	2	4	-	-
Тема 6.1. Широкополосные волоконно –оптические усилители на основе волокон, допированного эрбием (EDFA)		1	-	-	-
Тема 6.2. Узкополосные оптические усилители на основе полупроводникового p-n перехода (SOA).		1	-	-	-
Раздел 7. Принципы кодового разделения каналов в системах оптической связи.	6	2	4	-	-

Тема 7.1. Система кодового разделения каналов во временной области.		1			
Тема 7.2. Система кодового разделения каналов в частотной области и комбинированная частотно – импульсная система кодового разделения каналов.		1			
ИТОГО	32	16	16	-	

2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

Раздел 1. Классификация современных систем связи.

Тема 1.1. Типы проводных и беспроводных систем связи

Краткий обзор по существующим системам связи. Особенности проводных и беспроводных систем связи, их назначения и цели [1,2,4,6].

Раздел 2. Архитектуры систем связи

Тема 2.1. Двухточечные соединения, многоточечные соединения, сети связи

Элементарные типы соединений, различные типы востребованных соединений, задачи требующие создание сетей связи [1-4,6,7,15].

Тема 2.2. Топологии сетей связи, многоуровневые сети связи

Обзор по существующим топологиям связи, обоснование необходимости создания сетей различных уровней. Задачи решаемые сетями связи [1-4,6,18].

Тема 2.3. Особенности систем оптической связи, преимущества, недостатки, области применения, перспективы

Основные преимущества систем оптической связи, ограничения в системах оптической связи, возможные области применения и перспективы [1-4, 6,18].

Раздел 3. Принципы временного мультиплексирования в оптических системах связи

Тема 3.1. Основы импульсно-кодовой модуляции, теорема Котельникова.

Особенности аналоговых сигналов, основы техники цифровых сигналов, преимущества цифровой передачи сигналов, принципы оцифровывания аналоговых сигналов [4,6,7].

Тема 3.2. Принципы племисинхронной цифровой иерархии (PDH), анализ недостатков.

Основы построения системы многопользовательского доступа на принципе временного разделения каналов. Разноуровневые системы связи, недостатки племисинхронной цифровой иерархии [5,6,7,15,18].

Тема 3.3. Синхронная цифровая иерархия (SDH), основные принципы, преимущества, недостатки.

Основы теории синхронной цифровой связи, ее возможности и ограничения. Области применения и возможности ее усовершенствования [4,6,7,15,17,18].

Раздел 4. Принципы частотного мультиплексирования в оптических системах связи.

Тема 4.1. Структуры оптических коммуникационных систем с частотным мультиплексированием.

Возможности реализации частотного разделения каналов в системах оптической связи..
Построение систем с частотным разделением каналов [1-6,9,11,15-18].

Тема 4.2. Схемы и элементы реализации частотного мультиплексирования. Оптические фильтры пропускательного и отражательного типа, оптические циркуляторы [1-6, 9,11,14-18].

Тема 4.3. Современные устройства ввода-вывода отдельных частотных каналов в системах с частотным разделением каналов [1-6,9,11,14-18].

Тема 4.4. Узкополосные источники излучения используемые в волоконно – оптических системах связи с частотным разделением каналов:

а) Узкополосные лазеры бокового излучения [1-6,9,11,15-18].

б) Узкополосные лазеры вертикального излучения (VCSELS) [1-6,9,11,15-18].

Раздел 5. Типы переключателей и модуляторов, используемые в современных системах волоконно –оптической связи.

Тема 5.1. Типы переключателей каналов связи в системах ВОС [1-6,9,11,15-18].

Тема 5.2. Электрооптические модуляторы используемые в современных системах ВОС [1-6,9,11,15-18].

Раздел 6. Узкополосные и широкополосные оптические усилители, используемые в современных системах ВОС.

Тема 6.1. Широкополосные волоконно –оптические усилители на основе волокна, допированного эрбием (EDFA) [1-6,12,15-18].

Тема 6.2. узкополосные оптические усилители на основе полупроводникового р-п перехода (SOA) [1-6,8,9,13,15-18].

Раздел 7. Принципы кодового разделения каналов в системах оптической связи.

Тема 7.1. Система кодового разделения каналов во временной области [10,18].

Тема 7.2. Система кодового разделения каналов в частотной области и комбинированная частотно – импульсная система кодового разделения каналов [10,18].

2.3.3. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума

Краткое содержание семинарских занятий - 4 часа

Семинарские занятия по следующим разделам:

- Принципы временного мультиплексирования в оптических системах связи
- Принципы частотного мультиплексирования в оптических системах связи
- Типы переключателей и модуляторов, используемые в современных системах

- Широкополосные волоконно –оптические усилители на основе волокна
- Принципы кодового разделения каналов в системах оптической связи.

- Учебные методические пособия
- Вычислительная техника
- Проектор
- Слайдоскоп

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)		Вес результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля	
	М1	М2	М1	М2	М1	М2				

работы/контроля	1							
Контрольная работа <i>(при наличии)</i>				1				
Устный опрос <i>(при наличии)</i>		1						
Тест <i>(при наличии)</i>								
Лабораторные работы <i>(при наличии)</i>								
Письменные домашние задания <i>(при наличии)</i>								
Реферат <i>(при наличии)</i>								
Эссе <i>(при наличии)</i>								
Проект <i>(при наличии)</i>								
Другие формы <i>(при наличии)</i>								
Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей						0.5		
Веса оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей						0,5		
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0.5	
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0.5	
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								0,4
Вес итогового контроля (Экзамен/зачет) в результирующей оценке итогового контроля								0,6 зачет
	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$

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

4. Р.Фриман, “Волоконно-оптические системы связи”, пер. с англ. Под редакц. Н.Н. Слепова, Техносфера, Москва, 2003.
 5. Д.Дж. Стерлинг, “Техническое руководство по волоконной оптике”, Изд. “Лори”, Москва, 1998.
 6. А.Б. Иванов, “Волоконная оптика: компоненты, системы передачи, измерения”, М.: “Компания Сайрус Системс”, 1999.
 7. Р.Р. Убайдулаев, “Волоконно-оптические сети”, М.: Эко-Трендз, 2001 г.
 8. Д. Бейли, Э. Райт, “Волоконная оптика, теория и практика”, Москва, Кудиц-Образ, 2006.
 9. Слепов Н.Н., “Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи”, – М. Радио и связь, 2000.
 10. Беллами Дж., “Цифровая телефония”, - М.: Эко-Трендз, 2004.
 11. J. Hecht, “Understanding Fiber Optics” (3rd ed.), 1999.
 12. K. Thyagarajan, A. Gharak, “Fiber optics essentials”, IEEE Press, J. Wiley & Sons, Inc. 2007.
 13. H. Yin, D.J. Richardson, Optical code division multiple access, Communication networks, Theory and Applications, Tsinghua University Press, Beijing and Springer-Verlag, Berlin, 2007.
 14. B. Chomycz, Planning Fiber Optic Networks, McGraw-Hill Companies, 2009.
 15. P.C. Becker, N.A. Olsson, J.R. Simpson, Erbium-Doped Fiber Amplifiers, Lucent Technologies, 1999
 16. M. J. Connelly, Semiconductor optical amplifiers, Kluwer Academic Publishers, 2004.
 17. Wavelength Filters in Fibre Optics/ Ed. H. Venghaus, Springer-Verlag, 2009
 18. J.M. Senior, “Optical Fiber Communications, Principles and Practice”, Second Edition, Prentice Hall, 1992.
 19. H. J.R. Dutton, “Understanding Optical Communications”, IBM Corporation, 1998.
 20. G.P. Agrawal, “Fiber-Optic Communication Systems”, Third Edition, Wiley & Sons, Inc. 2002.
 21. R. Ramaswami, K.N. Sivarajan, “Optical Networks, A Practical Perspective”, Second edition, Academic Press, USA, 2002.
-

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

Перечень вопросов итогового контроля

1. Существующие системы связи, проводные и беспроводные.
2. Волоконно-оптические линии связи: преимущества, области применения.
3. Блок-схема одноканальной волоконно-оптической системы связи.
4. Рабочие длины волн волоконно-оптической связи.
5. Типы цепей связи, используемые топологии.

6. Особенности многоуровневых сетей связи.
7. Основы импульсно-кодовой модуляции, условие Котельникова.
8. Принцип временного разделения каналов связи.
9. Плезисинхронная цифровая иерархия (PDH) и ее недостатки.
10. Основы синхронной цифровой иерархии (SDH) и ее преимущества.
11. Частотное. Структура волоконно-оптической системы связи с частотным разделением каналов связи, принцип работы и элементная база.
12. Оптические разветвители. Волновые мультиплексоры и демultipлексоры.
13. Оптические фильтры, используемые в волоконно-оптических системах связи с частотным разделением каналов связи.
14. Фильтры пропускательного и отражательного типа. Интерферометр Фабри-Перо как фильтр пропускательного типа.
15. Интерферометр Фабри-Перо как фильтр пропускательного типа. Принцип работы и характеристики.
16. Волоконно-оптическая решетка Брэгга как фильтр отражательного типа.
17. Конструкции узкополосных лазеров бокового излучения.
18. Конструкции узкополосных лазеров вертикального излучения.
19. Конструкции переключателей в системах волоконно-оптической связи.
20. Электро-оптические модуляторы в современных системах волоконно-оптической связи.
21. Методы усиления оптических сигналов в волоконно-оптических системах связи
22. Типы оптических усилителей: волоконные и полупроводниковые оптические усилители.
23. Преимущества полностью оптических усилителей перед электро-оптическими регенераторами.
24. Принцип работы широкополосного эрбиевого волоконно-оптического усилителя (EDFA).
25. Принцип работы полупроводникового оптического усилителя (SOA).
26. Основы кодового разделения каналов во временной области.
27. Основы кодового разделения каналов в частотной области и комбинированная частотно-импульсная.

23. Методический блок

23.1. 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 знания и концепции. После завершения изучения каждой из программ будет проведена контрольная работа для закрепления навыков.