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.07 **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:

Заведующий Базовой 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 ИКТиСС, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы с целью совершенствования и созданию новых перспективных инфокоммуникационных систем***	***ПК-.1.1***	**Знает** технические характеристики и экономические показатели разработок в области радиоэлектронной техники, действующие нормативные требования и государственные стандарты.
		ПК-1.2	**Умеет** осуществлять патентный поиск, проводить сбор, анализ и систематизацию научно-исследовательской

		ПК-1.3	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***	**Знает** методики сбора, анализа и обработки статистической информации инфокоммуникационных систем
		ПК-2.2	**Умеет** проводить исследования характеристик телекоммуникационного оборудования и оценки качества предоставляемых услуг
		ПК-2.3	**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 плезисинхронной 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 систе 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 волокна, 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 плезисинхронной цифровой иерархии (PDH), анализ недостатков.

Основы построения системы многопользовательского доступа на принципе временного разделения каналов. Разноуровневые системы связи, недостатки плезисинхронной 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 p-n 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 - 4часа

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 волоконно – оптической связи.

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

2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Учебные методические пособия
- Вычислительная техника
- Проектор
- Слайдоскоп

2.4. 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				
Устный опрос *(при наличии)*		1						
Тест *(при наличии)*								
Лабораторные работы *(при наличии)*								
Письменные домашние задания *(при наличии)*								
Реферат *(при наличии)*								
Эссе *(при наличии)*								
Проект *(при наличии)*								
Другие формы (при наличии)								
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
	∑ = 1	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**

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

[1] Учебный Модуль

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. Wileh&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 разделение каналов связи, принцип работы и элементная база.
12. Оптические разветвители. Волновые мультиплексоры и демультиплексоры.
13. Оптические фильтры, используемые в волоконно-оптических системах связи с частотным разделение 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 эрбиумного 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.

ГОУ ВПО РОССИЙСКО–АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ
Институт математики, физики и высоких технологий
Кафедра телекоммуникаций
11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
071301.00.7 Беспроводные коммуникации и сенсоры.

Оптические системы и оптоволоконная связь
Билет № 1.

1. Системы оптического наблюдения в видимом диапазоне волн.
   Принципы работы.

2. Особенности оптической связи при наличии атмосферы и в космосе.

3. Ввод света в оптическое волокно.

Преподаватель *Багдасарян О.В.*



Зав. кафедрой
Сиволенко Э.Р.

Дата

ГОУ ВПО РОССИЙСКО–АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ
Институт математики, физики и высоких технологий
Кафедра телекоммуникаций
11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи
071301.00.7 Беспроводные коммуникации и сенсоры.

Оптические системы и оптоволоконная связь
Билет № 2.

1. Приборы ночного видения. Окна прозрачности атмосферы.
   Рабочие длины волн.

2. Системы волоконно-оптической связи. Основные элементы.

3. Системы волоконно-оптической многопользовательской связи.
   Временное разделение каналов.

Преподаватель *Багдасарян О.В.*



Зав. кафедрой
Сиволенко Э.Р.

Дата

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