Межгосударственная образовательная организация высшего образования «Российско-Армянский университет»

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

МОО ВО Российско-Армянский университет
высоких технологий

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: Б1.В.13 «Оптоэлектронные и квантовые приборы и устройства»

Автор ***Князян Тамара Мигрaновна, доцент, к.т.н.***
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. Краткое описание содержания данной дисциплины; Учебная программа дисциплины “Оптоэлектронные и квантовые устройства и приборы” предназначена для подготовки высококвалифицированных кадров в области телекоммуникационных технологий, которые должны обладать основными аспектами знаний в области квантовой и оптической электроники, поскольку они необходимы при проектировании и эксплуатации современных телекоммуникационных систем.

1.2. Трудоемкость дисциплины: в академических часах – 72, в кредитах - 2;

1.3. Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана специальности (направления). Данная дисциплина теснейшим образом взаимосвязана с дисциплинами: физические основы электроники, электроника, химия радиоматериалов, оптические телекоммуникационные системы, построение телекоммуникационных систем и сетей, а также 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)*
ПК -1	Способен к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи	**ПК -1.1** **ПК-1.2**	**Знает** принципы построения и работы сетей связи и протоколов сигнализации, стандарты качества передачи данных, голоса и видео, применяемых в организации сети организации связи **Умеет** анализировать статистику основных показателей эффективности радиосистем и систем

		ПК -1.3	передачи данных, разрабатывать мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне, выполнять расчет пропускной способности сетей телекоммуникаций **Владеет** навыками разработки схемы организации связи и интеграции новых сетевых элементов, построения и расширения коммутационной подсистемы и оборудовании по обеспечению реализации услуг
ПК-8	Способен к организации профилактических работ на радиоэлектронном оборудовании, инвентаризации радиоэлектронных средств и вспомогательного оборудования, обеспечению организационно- методической базы для обслуживания радиоэлектронных средств и оборудования	**ПК-8.1** **ПК-8.2** **ПК-8.3**	**Знает** устройство, комплектность и состав радиоэлектронных средств и оборудования **Умеет** применять инструментальные средства для составления документации по техническому сопровождению в ходе эксплуатации радиоэлектронного оборудования **Владеет** навыками планирования порядка и последовательности проведения работ по обеспечению эксплуатации радиоэлектронного оборудования

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цели и задачи дисциплины. Цель дисциплины - изучение физических процессов и принципов построения оптоэлектронных и квантовых приборов, формирования практических навыков, необходимых для расчетов оптоэлектронных систем.

Задача - обеспечение знаний в области квантовой и оптической электроники и основ для применения этих знаний при изучении последующих дисциплин, предусмотренных в программе обучения.

2.2. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах-72 и в зачетных единицах -2 кр.)

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.:	**72**						**72**
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	**32**						**32**
1.1.1.Лекции	**16**						**16**
1.1.2.Практические занятия	**16**						**16**
1.1.2.1. Обсуждение прикладных проектов							
1.1.2.2. Контрольные работы							
1.1.2.3. Другое (указать)							
1.1.3.Семинары							
1.1.4.Лабораторные работы							
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							
1.3. Консультации							
1.4. Другие методы и формы занятий							
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	**зачет**						**зачет**

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. Оптоэлектронные приборы и устройства	**16**	**10**	**-**	**6**	**-**
Введение	**1**	**1**	-	-	-
Раздел 1. Приемники оптического излучения (ПОИ) оптоэлектронных приборов	**8**	**4**	-	**4**	-
Тема 1.1. *Параметры ПОИ, основные характеристики ПОИ.*	**2**	**1**	-	**1**	-
Тема 1.2 *Явление фотопроводимости, фоторезисторы*	**2**	**1**	-	**1**	-
Тема 1.3 *Фотодиоды, высокочастотные p-i-n и лавинные фотодиоды.*	**4**	**2**	-	**2**	-
Раздел 2. Оптоэлектронные устройства регистрации и обработки изображений	**8**	**5**	-	**3**	-
Тема 2.1 *Понятие об электронно-оптических системах*	**4**	**2**	-	**2**	-
Тема 2.2 *Электронно-оптические преобразователи (ЭОП).*	**2**	**1**	-	**1**	-
Тема 2.3 *Многоэлементные твердотельные полупроводниковые устройства*	**2**	**2**	-	-	-
МОДУЛЬ 2. Квантовые приборы и устройства	**16**	**10**	**-**	**6**	
Раздел 3. Основные типы лазерных систем и принципы их работы	**9**	**5**	-	**4**	-
Тема 3.1 *Твердотельные лазеры*	**3**	**2**	-	**1**	-
Тема 3.2 *Светоизлучающие диоды (СИД).*	**3**	**2**	-	**1**	-
Тема 3.3 *Инжекционные*	**5**	**3**	-	**2**	-

полупроводниковые лазеры					
Раздел 4. Модуляция лазерного излучения	**5**	**3**	**-**	**2**	**-**
Тема 4.1 *Электрооптический эффект.*	**2**	**1**	**-**	**-**	**-**
Тема 4.2 *Амплитудная электрооптическая модуляция. Фазовая электрооптическая модуляция.*	**4**	**1**	**-**	**2**	**-**
Тема 4.3 *Акустооптическое взаимодействие и акустооптические модуляторы*	**2**	**1**	**-**	**1**	**-**
ИТОГО	**32**	**16**	**-**	**16**	

2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

МОДУЛЬ 1. ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА

Введение

Содержание дисциплины, ее задачи. Основные понятия и определения. Классификация приборов и устройств оптоэлектроники и квантовой электроники О[1] §1 О[2] §1.

Раздел 1. Приемники оптического излучения (ПОИ) оптоэлектронных приборов.

Тема 1.1 Параметры ПОИ. Основные характеристики ПОИ.

Основные параметры ПОИ. Понятие чувствительности. Различные типы шумов ПОИ, основные выражения О[1] 88 10.2, 10.4, 10.5 Д[2] §§1.2, 1.3.

Спектральные, частотные, энергетические, информационные характеристики ПОИ. [4]

Тема 1.2 Явление фотопроводимости, фоторезисторы

Основные выражения описывающие явления фотопроводимости, характеристические соотношения для фотопроводимости. Фоторезисторы, основные характеристики О[1] §11.5, Д[2] §§2.1, 2.2.

Тема 1.3 Фотодиоды, высокочастотные p-i-n, лавинные фотодиоды.

Режимы работы фотодиодов. Основные характеристики фотодиодов. Лавинные и p-i-n фотодиоды, принцип их работы, основные характеристики. Конструкция лавинных и p-i-n фотодиодов, схемы включения О[1] §11.7-11.8, Д[1] §§12.4, 12.5, 13.1, 13.2, Д[5] 6.1.

Раздел 2. Оптоэлектронные устройства регистрации и обработки изображений.

Тема 2.1 Понятие об электронно-оптических системах.

Приемные модули в волоконно-оптических системах связи. Основное уравнение электронной оптики для аксиально-симметричных полей. Основные особенности электронной оптики, связь и различие между электронной и лучевой оптики. Д[3] Гл. 1, §§2-4.

Тема 2.2 Электронно-оптические преобразователи (ЭОП).

Принципы работы ЭОП. Основные компоненты и характеристики ЭОП. [4] §§2.3, 2.4, 2.10, 2.13, 2.14, 4.1, 4.2.

Тема 2.3 Многоэлементные твердотельные полупроводниковые устройства.

Физические основы работы ПЗС и КМОП структур их основные характеристики, области применения. Д[2] §2.7.

МОДУЛЬ 2. КВАНТОВЫЕ ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА

Раздел 3. Основные типы лазерных систем и принципы их работы.

Тема 3.1 Твердотельные лазеры

Физические основы работы твердотельных лазеров, понятия инверсной населенности, релаксации, кпд. Описывается работа рубинового лазера, дается конструкция, основные характеристики. О[1] §§5.1-5.3, 6.3, 6.4, §7.1, О[2] §§2.3, 2.4.

Тема 3.2 Светоизлучающие диоды (СИД).

Физические основы работы СИД, основные характеристики и конструктивные особенности СИД. Д[1] §8.6, О[2] 4.1, 4.2, Д[5] §6.1.

Тема 3.3 Инжекционные полупроводниковые лазеры.

Физические основы работы на прямых p-n переходах и гетеропереходах. Усиление и генерация, выходная мощность, конструкция инжекционных лазеров. О[1] §7, 8, О[2] §§5.1.-5.3., Д[5] §6.2.

Раздел 4. Модуляция лазерного излучения

Тема 4.1 Электрооптический эффект.

Понятие поляризации, уравнение эллипсоида преломления. Влияние электрического поля на характеристики кристаллов. О[1] §9.1.

Тема 4.2 Амплитудная и фазовая электрооптическая модуляция.

Электрооптическая модуляция в продольном и поперечном электрическом поле. Основные выражения и характеристики.

Основные выражения для фазовой модуляции в электрическом поле. Принцип работы амплитудных и фазовых электрооптических модуляторов. О[1] §9.3-9.5.

Тема 4.3 Акустооптическое взаимодействие и акустооптические модуляторы.

Эффект акустооптического взаимодействия. Принцип работы и характеристики акустооптических модуляторов. О[1] §§9.1.-9.5.

2.3.3. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума

Занятия включают семинарские занятия и решение задач по двум модулям учебной дисциплины, включая следующие разделы

1. Приемники оптического излучения оптоэлектронных приборов.
2. Фотоэлектрические устройства регистрации и обработки изображения
3. Основные типы лазерных систем и принципы их работы.
4. Модуляция лазерного излучения.
5. Оптическая голография.

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	Веса форм текущих контролей в результирующих оценках текущих контролей			Веса форм промежуточных контролей в оценках промежуточных контролей			Веса оценок промежуточных контролей и результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей			Веса итоговых оценок промежуточных контролей в результирующей оценке промежуточных контролей	Веса результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля
Вид учебной работы/контроля	**M1[1]**	**M2**	**M3**	**M1**	**M2**	**M3**	**M1**	**M2**	**M3**		
Контрольная работа					1	1					
Тест											
Курсовая работа											
Лабораторные работы											
Письменные домашние задания											
Реферат											
Эссе											
Семинары		0.6	0.6								
Решение задач		0.4	0.4								
Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей								0.4			
Веса оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей								0.6			
Вес итоговой оценки 1-го										-	

[1] Учебный Модуль

промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей											
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей										0.5	
Вес итоговой оценки 3-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей										0.5	
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля											0.4
Экзамен/зачет (оценка итогового контроля)											(Зачет) 0.6
	∑ = 1	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**

3. Теоретический блок

Рекомендуемая литература

а) основная литература

1. А.Н. Игнатов Оптоэлектронные приборы и устройства: Учебное пособие.-М.: Эко-Трендз, 2006.-272 с.: ил.

2. Ярив А. Введение в оптическую электронику, М., Техносфера, 440 стр. , 2006 г.

3. Pihtin_A.N._Opticheskaya_i_kvantovaya_elektronika 2001

б) дополнительная литература

1. Гауэр Дж. Оптические системы связи, М. Радио и связь, 1989г.

2. Ишанин Г. Г. Приемники излучения оптических и оптоэлектронных приборов, Л. Машиностроение, 1986г.

3. Арцимович А. А., Лукьянов С. Ю. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях, М. Наука, 1982г.

4. Бутслов М. М., Степанов Б. М. Электронно-оптические преобразователи и их применение в научных исследованиях, М. Наука, 1978г.

5. Вербовецкий А. А., Основы проектирования цифровых оптоэлектронных систем связи, М. Радио и связь, 2000г.

6. Оптическая голография. Под ред. Степанова Б. Н., М. Сов. радио. 1988г.

4. Фонды оценочных средств

4.1 Перечень вопросов итогового контроля

1. Основные параметры и характеристики приемников оптического излучения (спектральные, частотные, пороговая чувствительность).
2. Виды шумов приемников оптического излучения (тепловой, генерационно-рекомбинационный, дробовый, радиационный). Основные выражения (формулы).
3. Дробовый шум. Вывод выражения.
4. Тепловой шум (шум Дженсона). Вывод выражения.
5. Основные типы приемников оптического излучения оптоэлектронных приборов.
6. Термоэлектрические приемники оптического излучения. Принцип работы, основные характеристики.
7. Болометры. Принцип действия, основные характеристики.
8. Пироэлектрические приемники. Принцип действия, основные характеристики.
9. Внутренний фотоэффект. Собственная и примесная составляющие проводимости.
10. Фотопроводимость. Первое характеристическое соотношение для фотопроводимости.
11. Спектральные характеристики для различных типов фотопроводимости. Второе характеристическое соотношение для фотопроводимости.
12. Фоторезисторы. Принцип действия, схемы включения, основные характеристики.
13. Фотодиоды. Принцип действия. Фотогальванический и фотодиодный режим работы.
14. Вольтамперные характеристики фотодиодов для фотогальванического и фотодиодного режимов.
15. Постоянная времени и частотная характеристика фотодиодов.
16. Спектральные характеристики, шумы фотодиодов. Электронный тракт фотодиодов (схемы включения).
17. Высокочастотные фотодиоды, основные конструктивные требования, спектральные, частотные, температурные характеристики.
18. p-i-n фотодиоды. Принцип действия, основные характеристики, схема включения (электронный тракт).
19. Лавинные фотодиоды. Принцип действия, основные характеристики.
20. Приемные модули в волоконно-оптических системах связи.
21. Связь и различие электронной и лучевой оптики. Осесимметричные электронно-оптические системы, принцип фокусировки электронной линзой.
22. Основное уравнение электронной оптики для аксиально-симметричных полей.
23. Электронно-оптические преобразователи (ЭОП). Основные характеристические свойства и компоненты ЭОП.
24. Спонтанные переходы междуатомными уровнями. Индуцированные переходы.
25. Трех и четырехуровневые лазеры. Основные понятия. Накачка и к.п.д лазеров.

26. Основные принципы работы и конструкция рубинового лазера, основные характеристики.
27. Принцип работы гелий-неонового лазера, основные характеристики, описание конструкции.
28. GaAs лазеры на прямом p-n переходе, основные параметры.
29. Принцип работы инжекционных лазеров на гетеропереходах.
30. Светоизлучающие диоды, принцип построения, конструкция, основные характеристики.
31. Передающие модули в волоконно-оптических системах связи.
32. Электрооптический эффект. Уравнение эллипсоида показателя преломления в присутствии электрического поля.
33. Амплитудная электрооптическая модуляция лазерного излучения.
34. Фазовая модуляция оптического излучения.
35. Электрооптическая модуляция лазерного излучения в поперечном поле.
36. Эффект акустооптического взаимодействия. Дифракция Брэгга.

4.2. Тесты для самостоятельной работы и проверки знаний студентов


0 ТЕСТЫ в Игнатове.docx


0 ТЕСТЫ и ответы.docx

5. Методический блок

5.1. Методика преподавания

5.1.1.Методические рекомендации для студентов по подготовке к семинарским и практическим занятиям, а также по организации самостоятельной работы при изучении конкретной дисциплины.

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.