

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/08-577

от 29.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПТОЭЛЕКТРОНИКА

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
2	3	108	7	23	0		42	0	Э
Итого	3	108	7	23	0	0	42	0	

## **АННОТАЦИЯ**

В курсе изучаются современные элементы и устройства оптоэлектроники. Оцениваются физические и технические пределы электронных и оптических средств преобразования информации. Изучаются основные методы и устройства фотоники для ввода, преобразования, и регистрации информации в оптическом канале; практические применения голографии для создания оптоэлектронных устройств преобразования, хранения и отображения информации. Описываются разработки перспективных оптоэлектронных систем, использующих достижения физики конденсированного состояния вещества и лазерной физики.

Учебные задачи курса. Познакомить с элементной базой, методами построением и архитектурами современных высокопроизводительных оптоэлектронных средств обработки информации. Научить оценивать функциональные возможности лазеров, твердотельных элементов и приборов фотоники, используемых в оптоэлектронных системах.

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения учебной дисциплины «Оптоэлектроника» является получение знаний, необходимых для успешной профессиональной деятельности в области исследований, разработок и технологий, направленных на регистрацию и обработку информации, создание и применение установок и систем в области лазерной физики, для обеспечения безопасности ядерных материалов и физической защиты ядерных объектов, для контроля и автоматизированного управления ядерно-физическими установками.

### **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Дисциплина логически и содержательно-методически связана со следующими дисциплинами: квантовая радиофизика, теоретическая квантовая электроника, физическая оптика, волновая оптика, экспериментальная лазерная физика. Освоение дисциплины «Физическая оптика» должно предшествовать изучению данной дисциплины.

В курсе изучаются современные элементы и устройства оптоэлектроники. Оцениваются физические и технические пределы электронных и оптических средств преобразования информации. Изучаются основные методы и устройства фотоники для ввода, преобразования, и регистрации информации в оптическом канале; практические применения голографии для создания оптоэлектронных устройств преобразования, хранения и отображения информации. Описываются разработки перспективных оптоэлектронных систем, использующих достижения физики конденсированного состояния вещества и лазерной физики.

Овладение данной дисциплиной необходимо выпускникам магистерской программы «Лазерные системы и технологии» для следующих областей профессиональной деятельности по исследованию и разработке:

- методов регистрации электромагнитных излучений,
- использования информационных технологий при разработке новых установок, материалов и изделий,
- установок и систем в области физики конденсированного состояния вещества;
- лазерных установок и технологий, обладающих высокой эффективностью, безопасностью и защищенностью,

- способов применения лазерных пучков в решении технологических проблем.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
формулирование задачи и плана научного исследования в области лазерной физики, техники и лазерных технологий на основе проведения библиографической работы с применением современных информационных технологий; построение математических моделей объектов исследования, выбор алгоритма решения задачи; теоретические и экспериментальные исследования в области физики лазеров, взаимодействия лазерного излучения с веществом, лазерных технологий; разработка методов лазерной диагностики сред и объектов,	процессы взаимодействия лазерного излучения с веществом, включая биологические объекты; лазерные приборы, системы и технологии различного назначения; процессы генерации, усиления, модуляции, распространения и детектирования лазерного излучения; элементная база лазерной техники, технологий и систем управления и транспорта лазерного излучения; математические модели объектов исследования;	ПК-1.1 [1] - способен разрабатывать новые методы лазерной диагностики сред и объектов, лазерные медицинские технологии и технологии обработки материалов; оптические информационные технологии  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004	З-ПК-1.1[1] - Знать: современные методы и физические принципы, лежащие в основе лазерной диагностики сред и объектов, лазерных технологий; У-ПК-1.1[1] - Уметь: применять знания о методах лазерной диагностики, лазерных технологиях в профессиональной деятельности; В-ПК-1.1[1] - Владеть: навыками решения задач, связанных с разработкой новых методов лазерной диагностики, новых лазерных технологий

<p>лазерных медицинских технологий и технологий обработки материалов; оптических информационных технологий; разработка лазерных приборов и технологических систем различного назначения проведение оптических, фотометрических, электрических измерений с выбором технических средств и обработкой результатов; оформление отчетов, статей, рефератов на базе современных средств редактирования и печати в соответствии с установленными требованиями</p>	<p>методы лазерно-физических измерений</p>		
<p>формулирование задачи и плана научного исследования в области лазерной физики, техники и лазерных технологий на основе проведения библиографической работы с применением современных информационных технологий; построение математических моделей объектов исследования, выбор алгоритма решения задачи; теоретические и экспериментальные исследования в области физики лазеров,</p>	<p>процессы взаимодействия лазерного излучения с веществом, включая биологические объекты; лазерные приборы, системы и технологии различного назначения; процессы генерации, усиления, модуляции, распространения и детектирования лазерного излучения; элементная база лазерной техники, технологий и</p>	<p>ПК-1.3 [1] - способен применять знания основ лазерной спектроскопии, в том числе высокого спектрального и временного разрешения; физических эффектов при распространении лазерного излучения в нелинейных и диспергирующих средах; физических основ взаимодействия лазерного излучения с металлами, диэлектриками и полупроводниками, биологическими тканями; принципов и методов когерентно-оптических</p>	<p>З-ПК-1.3[1] - Знать: основы лазерной спектроскопии, в том числе высокого спектрального и временного разрешения; физические эффекты при распространении лазерного излучения в нелинейных и диспергирующих средах; физические основы взаимодействия лазерного излучения с металлами, диэлектриками и полупроводниками, биологическими тканями; принципы и методы когерентно-оптических</p>

<p>взаимодействия лазерного излучения с веществом, лазерных технологий; разработка методов лазерной диагностики сред и объектов, лазерных медицинских технологий и технологий обработки материалов; оптических информационных технологий; разработка лазерных приборов и технологических систем различного назначения проведение оптических, фотометрических, электрических измерений с выбором технических средств и обработкой результатов; оформление отчетов, статей, рефератов на базе современных средств редактирования и печати в соответствии с установленными требованиями</p>	<p>систем управления и транспорта лазерного излучения; математические модели объектов исследования; методы лазерно-физических измерений</p>	<p>преобразований, хранения и обработки оптической информации при разработке лазерных систем и инновационных лазерных технологий</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>преобразований, хранения и обработки оптической информации ; У-ПК-1.3[1] - Уметь: применять знания основ лазерной спектроскопии, в том числе высокого спектрального и временного разрешения; физических эффектов при распространении лазерного излучения в нелинейных и диспергирующих средах; физических основ взаимодействия лазерного излучения с металлами, диэлектриками и полупроводниками, биологическими тканями; принципов и методов когерентно-оптических преобразований, хранения и обработки оптической информации при разработке лазерных систем и инновационных лазерных технологий ; В-ПК-1.3[1] - Владеть: навыками решения задач, связанных с разработкой лазерных систем и инновационных лазерных технологий</p>
<p>формулирование задачи и плана научного исследования в области лазерной физики, техники и лазерных технологий на основе проведения библиографической работы с применением</p>	<p>процессы взаимодействия лазерного излучения с веществом, включая биологические объекты; лазерные приборы, системы и технологии</p>	<p>ПК-1 [1] - способен выбирать оптимальный метод и разрабатывать программы экспериментальных исследований лазерных приборов, систем, комплексов и технологий; проводить оптические,</p>	<p>З-ПК-1[1] - Знать: основные методы исследований лазерных приборов, систем, комплексов и технологий; источники и приёмники оптического излучения;</p>

<p>современных информационных технологий; построение математических моделей объектов исследования, выбор алгоритма решения задачи; теоретические и экспериментальные исследования в области физики лазеров, взаимодействия лазерного излучения с веществом, лазерных технологий; разработка методов лазерной диагностики сред и объектов, лазерных медицинских технологий и технологий обработки материалов; оптических информационных технологий; разработка лазерных приборов и технологических систем различного назначения проведение оптических, фотометрических, электрических измерений с выбором технических средств и обработкой результатов; оформление отчетов, статей, рефератов на базе современных средств редактирования и печати в соответствии с установленными требованиями</p>	<p>различного назначения; процессы генерации, усиления, модуляции, распространения и детектирования лазерного излучения; элементная база лазерной техники, технологий и систем управления и транспорта лазерного излучения; математические модели объектов исследования; методы лазерно-физических измерений</p>	<p>фотометрические и электрические измерения с выбором необходимых технических средств и обработкой полученных результатов</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>элементную базу лазерной техники; области применения лазерной техники и лазерных технологий; ; У-ПК-1[1] - Уметь: выбирать необходимые технические средства для проведения оптических, фотометрических и электрических измерений; обрабатывать полученные экспериментальные результаты ; В-ПК-1[1] - Владеть: навыками проведения оптических, фотометрических и электрических измерений, обработки экспериментальных данных</p>
проектно-конструкторский			
анализ состояния научно технической	Лазерные приборы, системы и	ПК-3 [1] - способен разрабатывать	3-ПК-3[1] - Знать: физические принципы

<p>проблемы, составление технического задания; постановка цели и задач проектирования лазерной техники и лазерных технологий на основе подбора и изучения литературных и патентных источников; разработка функциональных и структурных схем лазерной техники и лазерных технологий с определением их физических принципов действия, структур и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы; проектирование и конструирование лазерных приборов, систем, комплексов и технологий с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономического обоснования.</p>	<p>технологии различного назначения; элементная база лазерной техники, технологий, систем управления и транспорта лазерного излучения</p>	<p>функциональные и структурные схемы приборов и систем лазерной техники с определением их физических принципов действия, структурно-логических связей и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>действия приборов и систем лазерной техники, ; У-ПК-3[1] - Уметь: проводить сравнительный анализ изделий-аналогов; формулировать технические требования на отдельные блоки, узлы и элементы приборов и систем лазерной техники; разрабатывать и исследовать новые способы и принципы функционирования приборов и систем лазерной техники ; В-ПК-3[1] - Владеть: методами анализа и расчета ожидаемых параметров разрабатываемых приборов и систем лазерной техники.</p>
--	---	--	--

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
-------	---	--------	--	---	-------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------

	<i>2 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	4/12/0		25	КИ-8	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, З-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
2	Часть 2	9-15	3/11/0		25	КИ-15	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, З-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		7/23/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 2 Семестр</b>				50	Э	З-ПК-1.3, У-ПК-1.3, В-ПК-1.3, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН



Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	7	23	0
<b>1-8</b>	<b>Часть 1</b>	4	12	0
1 - 2	<b>Предмет оптоэлектроники. Предпосылки применения оптических элементов и устройств в системах получения, передачи, хранения, обработки и отображения информации</b> Проблемы создания перспективных систем преобразования информации. Краткая история развития оптоэлектронных методов обработки информации. Свойства электромагнитного излучения оптического диапазона, обуславливающие высокое быстродействие, параллелизм, возможность создания массивов оперативно перестраиваемых связей, снижение энергопотребления и повышение надежности информационных систем. Предельные характеристики электронных и оптических средств преобразования информации.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 5	<b>Источники излучения и пассивные элементы оптоэлектронных систем</b> Основные виды источников излучения, используемые в оптоэлектронных системах: лазеры, светодиоды, лампы и др. Пассивные элементы оптоэлектронных систем: линзы, зеркала, призмы, поляризаторы, четверть- и полуволновые пластинки, фильтры.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
6 - 8	<b>Информационное описание оптического сигнала и пространственно-временные модуляторы света</b> Дискретизация и квантование сигналов. Теорема выборки Уиттекера–Шеннона–Котельникова. Информационная емкость и пропускная способность оптических систем. Основные физические методы модуляции света, используемые для создания ПВМС. ПВМС с электронным и оптическим управлением.	Всего аудиторных часов		
		1	5	0
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-15</b>	<b>Часть 2</b>	3	11	0
9 - 11	<b>Регистраторы световых распределений и фильтры частот</b> Виды регистраторов световых распределений. Схема и элементы цифрового фоторегистратора. Зеркальные и беззеркальные камеры. Процесс регистрации изображения камерой. Формирование цветного изображения. Типы матриц фоторегистраторов. Шумы и радиометрические параметры камер. Оптические и цифровые фильтры высоких и низких частот.	Всего аудиторных часов		
		1	5	0
		Онлайн		
		0	0	0
12 - 13	<b>Аналоговая, компьютерная и цифровая голография</b> Запись, хранение, преобразование, синтез и восстановление оптических сигналов методом голографии. Основные типы голограмм и их свойства. Голографические преобразующие элементы и блоки памяти. Цифровая голография как метод оперативной регистрации, преобразования, передачи по цифровым каналам связи и воспроизведения световых волн.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0

14 - 15	<b>Методы синтеза дифракционных оптических элементов. Волоконно-оптические линии связи</b> Методы синтеза дифракционных оптических элементов. Итерационный алгоритм Герчберга-Сэкстона. Волоконно-оптические линии связи: преимущества и недостатки, элементы, области применения.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При освоении данной дисциплины основную роль играют аудиторные занятия, а также самостоятельная работа студентов, заключающаяся в выполнении домашнего задания, подготовке к докладам и выступлению, повторении ранее пройденного материала. Часть занятий проводится в интерактивной форме. Для того чтобы показать современное состояние оптоэлектроники и устройств на её основе, использующих лазерное излучение, предусмотрено широкое использование современных научных работ и публикаций по данной теме, посещение лабораторий НИЯУ МИФИ. Рекомендуется посещение студентами научных семинаров и конференций, в том числе, проводимых в рамках Научной сессии НИЯУ МИФИ, а также в других московских университетах и институтах.

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-1	З-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-1.1	З-ПК-1.1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-1.1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-1.1	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-1.3	З-ПК-1.3	Э, КИ-8, КИ-15

ПК-3	У-ПК-1.3	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-1.3	Э, КИ-8, КИ-15
	3-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Г 12 Дифракционная нанофотоника : учебное пособие, Досколович Л. Л. [и др.], Москва: Физматлит, 2011
2. ЭИ И 26 Оптоэлектроника и нанофотоника : учебное пособие, Игнатов А. Н., Санкт-Петербург: Лань, 2020
3. ЭИ С 78 Основы оптики : учебное пособие, Башнина Г. Л., Стафеев С. К., Боярский К. К., Санкт-Петербург: Лань, 2021
4. ЭИ П 60 Основы теории преобразования сигналов в оптико-электронных системах : учебное пособие, Порфирьев Л. Ф., Санкт-Петербург: Лань, 2021

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 004 Т67 3D лазерные информационные технологии : , , Новосибирск: , 2003
2. 004 И74 Информационная оптика : Учеб. пособие для вузов, Евтихиева О.А. [и др.], М.: МЭИ, 2000
3. 681.3 М59 Оптические методы в информатике : Запись, обработка и передача информации, Микаэлян А.Л., М.: Наука, 1990
4. 621.38 Р64 Оптоэлектроника : , Розеншер Э., Винтер Б., Москва: Техносфера, 2006
5. 681.3 М80 Оптоэлектронные матричные процессоры : , Морозов В.Н., М.: Радио и связь, 1986
6. 535 П82 Пространственные модуляторы света : , Компанец И.Н. [и др.], М.: Радио и связь, 1987
7. 681.7 М64 Теоретические основы оптико-электронных приборов : учебное пособие для вузов, Мирошников М.М., Ленинград: Машиностроение, 1983
8. 621.38 Я49 Теория и расчет оптико-электронных приборов : учебник для вузов, Якушенков Ю.Г., Москва: ЛОГОС, 2011

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

При изучении курса «Оптоэлектроника» необходимо твердо усвоить основные свойства электромагнитного излучения оптического диапазона, обуславливающие высокое быстродействие, параллелизм, возможность создания массивов оперативно перестраиваемых связей, снижение энергопотребления и повышение надежности информационных систем; физические пределы электронных и оптических средств преобразования информации; основные виды и элементы оптических систем преобразования информации и особенности взаимодействия оптических и электронных средств обработки.

Необходимо знать назначение и общие характеристики пространственно-временных модуляторов света (ПВМС), физические методы модуляции света, используемые для создания ПВМС. Знать функциональные возможности и характеристики основных типов ПВМС: твердотельных электрооптических, акустооптических, жидкокристаллических, на основе MEMS-структур. Иметь общие представления о возможностях управляемых светом ПВМС для регистрации голограмм.

Необходимо иметь основные представления о пропускной способности оптического канала, шумах в оптических системах при когерентном и некогерентном освещении, потерях информации в оптической системе, использовании теоремы Уиттекера–Шеннона–Котельникова применительно к оптоэлектронным системам.

В рамках изучения использования голограмм в оптоэлектронике для хранения, и преобразования информации, синтеза дифракционных преобразующих элементов следует получить представление об интерференционных и компьютерных способах изготовления статических, перезаписываемых и динамических голограмм. Следует ознакомиться с основами компьютерного синтеза голограмм и фазовых дифракционных элементов.

Следует знать перспективные разработки в области создания трехмерных дисплеев. Необходимо понимать основные отличительные свойства и возможности цифровой голографии как метода регистрации, передачи по цифровым каналам связи и воспроизведения объемных изображений.

Необходимо знать основные направления создания оптоэлектронных устройств для хранения информации, в том числе голографических, с адресным и ассоциативным доступом к данным.

Знать характеристики существующих и перспективных образцов оптоэлектронных межсоединений и коммутационных шин для обмена данными в электронных системах цифровой обработки.

Следует иметь общее представление о направлениях создания перспективной оптоэлектронной элементной базы компьютеров, в том числе на новых физических принципах.

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Необходимо дать возможность студентам твердо усвоить основные свойства электромагнитного излучения оптического диапазона, обуславливающие высокое быстродействие, параллелизм, возможность создания массивов оперативно перестраиваемых связей, снижение энергопотребления и повышение надежности информационных систем; физические пределы электронных и оптических средств

преобразования информации; основные виды и элементы оптических систем преобразования информации и особенности взаимодействия оптических и электронных средств обработки.

Студентам необходимо дать четкое представление о назначении и общих характеристиках пространственно-временных модуляторов света (ПВМС). Следует рассмотреть физические методы модуляции света, используемые для создания ПВМС, а также функциональные возможности и характеристики основных типов ПВМС: твердотельных электрооптических, акустооптических, жидкокристаллических, на основе MEMS-структур. Необходимо дать общее представление о возможностях управляемых светом ПВМС для регистрации голограмм.

Необходимо дать студентам основные представления о пропускной способности оптического канала, шумах в оптических системах при когерентном и некогерентном освещении, потерях информации в оптической системе, использовании теоремы Уиттекера–Шеннона–Котельникова применительно к оптоэлектронным системам.

В рамках изучения использования голограмм для хранения, преобразования, синтеза и восстановления оптических сигналов методом голографии необходимо дать студентам представление об интерференционных и компьютерных способах изготовления статических, перезаписываемых и динамических голограмм. Следует ознакомить их с основами компьютерного синтеза голограмм и фазовых дифракционных элементов.

Студентам следует изложить наиболее перспективные подходы к созданию трехмерных дисплеев: схему с «подвижной плоскостью», метод локального возбуждения объема среды, варианты голографического дисплея.

При изложении материала по цифровой голографии необходимо подчеркнуть основные отличительные свойства и возможности этого метода регистрации объемных изображений, их передачи по цифровым каналам связи и воспроизведения, как численного, так и физического.

Объясняя принципиальную схему оптоэлектронного вектор-матричного перемножителя, необходимо рассказать о важных практических области применения этого сигнального процессора. Проводя оценки количества вычислительных операций за такт и производительности устройства, следует привести пример его современной реализации, обладающей производительностью характерной для суперкомпьютеров.

Для обоснования работы когерентного оптоэлектронного Фурье-спектроанализатора сигналов и изображений необходимо использовать приближение скалярной теории дифракции, а также указать области его применения. Необходимо научить студентов определять количество вычислительных операций за такт и производительность оптоэлектронного Фурье-спектроанализатора.

Объяснять схемы оптоэлектронных Фурье-процессоров для обработки изображений следует, используя схему оптоэлектронного Фурье-спектроанализатора. Оценку количества вычислительных операций за такт и производительности этих оптоэлектронных процессоров, также необходимо основывать на анализе Фурье-спектроанализатора.

Следует сформулировать студентам основные направления разработок оптоэлектронных устройств для хранения информации, в том числе голографических, с адресным и ассоциативным доступом к данным.

Необходимо рассмотреть характеристики существующих и перспективных образцов оптоэлектронных межсоединений и коммутационных шин для обмена данными в электронных системах цифровой обработки.

Студентов необходимо ознакомить с основными направлениями создания перспективной оптоэлектронной элементной базы компьютеров, в том числе на новых физических принципах.

Автор(ы):

Стариков Сергей Николаевич

Рецензент(ы):

Евтихийев Н.Н., д.ф.-м.н., профессор