

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Страхов С. Ю.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЛАЗЕРНЫЕ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ

Направление/специальность подготовки	11.04.01 Радиотехника
Специализация/профиль/программа подготовки	Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
Кафедра-разработчик рабочей программы	И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
5	9	3	108	17	17	0	0	91	0	0	91	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

11.04.01 Радиотехника

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
Трилис Андрей Васильевич, к.т.н., доцент

Кафедра И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
Кочин Леонид Борисович, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЛАЗЕРНЫЕ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-1.1 — способность самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов
ПСК-1.4 — способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов
ПСК-1.6 — способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников
ПСК-1.8 — способность проектировать радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы с учетом заданных требований

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-1.1

знания:

Знает современные принципы применения лазерных и оптоэлектронных систем, знает современные тенденции развития оптоэлектронных и лазерных систем;

умения:

Уметь осуществлять анализ вариантов решения научно-технических задач с применением лазерных и оптико-электронных систем и их функциональных узлов;

навыки:

Владеть математическим аппаратом для решения теоретических и прикладных задач в области лазерных и оптико-электронных систем.

ПСК-1.4

знания:

Знает современные средства и методы применения лазерных и оптоэлектронных систем;

умения:

Уметь организовать и провести исследование для решения научно-технических задач с применением лазерных и оптико-электронных систем и их функциональных узлов;

навыки:

Владеть современными методами применения лазерных и оптико-электронных систем.

ПСК-1.6

знания:

Знание современного состояния научно-технических достижений в области лазерных и оптико-электронных систем;

умения:

Умение выполнять анализ литературных и патентных источников в области лазерных и оптико-электронных систем;

навыки:

Навык анализа литературных и патентных источников в области лазерных и оптико-электронных систем.

ПСК-1.8

знания:

Знание принципов проектирования лазерных и оптико-электронных систем;

умения:

Умение обеспечивать заданные технические характеристики в лазерных и оптико-электронных системах;

навыки:

Навык выполнения задач по обеспечению заданных требований к лазерным и оптико-электронным системам.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЛАЗЕРНЫЕ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *11.04.01 Радиотехника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания физико-математической подготовки бакалавра и служит основой для освоения дисциплин: **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			
				ВСЕГО	Лекции		ПСК-1.1	ПСК-1.4	ПСК-1.6	ПСК-1.8
5	9	Раздел 1. Основные понятия и определения дисциплины. 1. Общие сведения о лазерных и оптико-электронных системах. 2. Структурная схема оптико-электронной системы для обработки и передачи информации. 3. Компоненты оптико-электронных систем, их параметры и характеристики.	8	1	1	7	10	10	10	10
5	9	Раздел 2. Физические основы оптической обработки информации. 1. Понятие изображения. Предварительная и вторичная обработка изображений. Системы обработки изображений: оптико-аналоговая, электронно-аналоговая, электронно-цифровая, оптико-цифровая. 2. Представление изображений в виде матриц. Виды предварительной обработки изображений - точечная, локальная и глобальная обработка. Двойное преобразование Фурье, свертка и корреляция. 3. Двумерное преобразование Фурье в прямоугольной и полярной системах координат. Пространственные частоты. Свойства ДПФ. Некоторые двумерные специальные функции и их фурье-образы. Двумерная корреляция. Двумерная свертка.	13	2	2	11	10	10	10	10
5	9	Раздел 3. Физические принципы оптической когерентной обработки изображений. 1. Двумерные линейные пространственно-инвариантные системы. 2. Импульсный отклик и оптическая передаточная функция оптической системы при когерентной и некогерентной освещенности. Функции передачи модуляции и фазы. 3. Когерентный оптический сигнал. Угловой спектр плоских волн. Импульсная и передаточная характеристики свободного пространства.	14	2	2	12	10	10	10	10
5	9	Раздел 4. Оптическое преобразование Фурье и пространственная фильтрация. 1. Тонкая линза как фазовый транспарант. Линза как элемент, осуществляющий преобразование Фурье. Влияние конечных размеров рабочей апертуры. 2. Формирование когерентного оптического сигнала с помощью амплитудных, фазовых и комплексных транспарантов. 3. Анализатор спектра пространственных частот изображений. 4. Оптическая система пространственной фильтрации изображений. Типы пространственных фильтров. 5. Согласованная пространственная фильтрация.	12	2	2	10	10	10	10	10
5	9	Раздел 5. Голография и ее приложения. 1. Физические принципы записи и восстановления голограмм. 2. Голографические фильтры и корреляторы: коррелятор Вандер Люгта: схема, принцип работы, достоинства и недостатки, коррелятор совместного преобразования: схема, принцип работы, достоинства и недостатки. 3. Голографическая интерферометрия. 4. Виды голограмм и области применения.	13	2	2	11	10	10	10	10
5	9	Раздел 6. Способы модуляции лазерного излучения. 1. Особенности модуляции в оптическом диапазоне. Прямая, внешняя и внутренняя модуляции. 2. Устройство, принцип работы и характеристики модуляторов на основе линейного электрооптического эффекта. 3. Устройство, принцип работы и основные характеристики акустооптических модуляторов. Работа АО модуляторов в режиме дифракции Рамана-Ната и Брэгга. 4. Пространственно-временные модуляторы света, классификация и применение.	12	2	2	10	10	10	10	10
5	9	Раздел 7. Акустооптические системы обработки информации. 1. Акустооптические спектроанализаторы радиосигналов. 2. Акустооптические корреляторы радиосигналов. 3. Перестраиваемые акустооптические фильтры и спектрометры на их основе.	8	1	1	7	10	10	10	10
5	9	Раздел 8. Гибридные оптико-электронные системы обработки информации. 1. Обобщенные структурные схемы гибридных оптико-электронных систем. 2. Примеры реализации оптико-электронных гибридных систем: системы распознавания; многоканальные корреляторы; системы спектрального анализа; геоинформационные системы. 3. Области применения гибридных оптико-электронных систем.	7	1	1	6	10	10	10	10
5	9	Раздел 9. Открытые оптические системы передачи информации. 1. Понятие открытой оптической системы, классификация и характеристики систем. 2. Структурная схема открытой оптической системы передачи информации, компоненты систем. 3. Влияние внешних условий на работу открытых оптических систем передачи информации.	12	2	2	10	10	10	10	10
5	9	Раздел 10. Волоконно-оптические системы. 1. Виды оптических волокон и их основные характеристики. 2. Распространение оптического излучения в оптоволокне. 3. Понятие и механизмы затухания и дисперсии в ВОЛС. 4. Технологии производства оптических волокон. 5. Примеры реализации волоконно-оптических систем.	9	2	2	7	10	10	10	10
Всего за 9 семестр			108	17	17	91	100	100	100	100
Всего по дисциплине			108	17	17	91	100	100	100	100

3.2. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные понятия и определения дисциплины.	1. Общие сведения о лазерных и оптико-электронных системах. 2. Структурная схема оптико-электронной системы для обработки и передачи информации. 3. Компоненты оптико-электронных систем, их параметры и характеристики	7
2	Раздел 2. Физические основы оптической обработки информации.	1. Понятие изображения. Предварительная и вторичная обработка изображений. Системы обработки изображений: оптико-аналоговая, электронно-аналоговая, электронно-цифровая, оптико-цифровая. 2. Представление изображений в виде матриц. Виды предварительной обработки изображений – точечная, локальная и глобальная обработка. Двойное преобразование Фурье, свертка и корреляция. 3. Двумерное преобразование Фурье в прямоугольной и полярной системах координат. Пространственные частоты. Свойства ДПФ. Некоторые двумерные специальные функции и их фурье-образы. Двумерная корреляция. Двумерная свертка.	11
3	Раздел 3. Физические принципы оптической когерентной обработки изображений.	1. Двумерные линейные пространственно-инвариантные системы. 2. Импульсный отклик и оптическая передаточная функция оптической системы при когерентной и некогерентной освещенности. Функции передачи модуляции и фазы. 3. Когерентный оптический сигнал. Угловой спектр плоских волн. Импульсная и передаточная характеристики свободного пространства.	12
4	Раздел 4. Оптическое преобразование Фурье и пространственная фильтрация.	1. Тонкая линза как фазовый транспарант. Линза как элемент, осуществляющий преобразование Фурье. Влияние конечных размеров рабочей апертуры. 2. Формирование когерентного оптического сигнала с помощью амплитудных, фазовых и комплексных транспарантов. 3. Анализатор спектра пространственных частот изображений. 4. Оптическая система пространственной фильтрации изображений. Типы пространственных фильтров. 5. Согласованная пространственная фильтрация	10
5	Раздел 5. Голография и ее приложения.	1. Физические принципы записи и восстановления голограмм. 2. Голографические фильтры и корреляторы: коррелятор Вандер Люгта: схема, принцип работы, достоинства и недостатки, коррелятор совместного преобразования: схема, принцип работы, достоинства и недостатки. 3. Голографическая интерферометрия. 4. Виды голограмм и области применения	11
6	Раздел 6. Способы модуляции лазерного излучения.	1. Особенности модуляции в оптическом диапазоне. Прямая, внешняя и внутренняя модуляции. 2. Устройство, принцип работы и характеристики модуляторов на основе линейного электрооптического эффекта. 3. Устройство, принцип работы и основные характеристики акустооптических модуляторов. Работа АО модуляторов в режиме дифракции Рамана-Ната и Брэгга. 4. Пространственно-временные модуляторы света, классификация и применение	10
7	Раздел 7. Акустооптические системы обработки информации.	1. Акустооптические спектроанализаторы радиосигналов. 2. Акустооптические корреляторы радиосигналов. 3. Перестраиваемые акустооптические фильтры и спектрометры на их основе	7
8	Раздел 8. Гибридные оптико- электронные системы обработки информации.	1. Обобщенные структурные схемы гибридных оптико-электронных систем. 2. Примеры реализации оптико-электронных гибридных систем: системы распознавания; многоканальные корреляторы; системы спектрального анализа; геоинформационные системы. 3. Области применения гибридных оптико-электронных систем	6
9	Раздел 9.	1. Понятие открытой оптической системы, классификация и	10

	Открытые оптические системы передачи информации.	характеристики систем. 2. Структурная схема открытой оптической системы передачи информации, компоненты систем. 3. Влияние внешних условий на работу открытых оптических систем передачи информации	
10	Раздел 10. Волоконно-оптические системы.	1. Виды оптических волокон и их основные характеристики. 2. Распространение оптического излучения в оптоволокне. 3. Понятие и механизмы затухания и дисперсии в ВОЛС. 4. Технологии производства оптических волокон. 5. Примеры реализации волоконно-оптических систем	7
Всего за 9 семестр			91

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
9	ТекК				ТекК	ДР				ДР						ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов. . Лазеры: применения и приложения. СПб.: Лань, 2016, эл. рес.
2. А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов. . Лазеры: применения и приложения. СПб.: Лань, 2016, 16 экз.
3. В. А. Борейшо, Л. Б. Кочин. . Электронные компоненты лазерной техники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 28 экз.
4. В. А. Борейшо, Л. Б. Кочин. . Электронные компоненты лазерной техники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, эл. рес.
5. В. В. Клуздин. . Акустооптические устройства обработки сигналов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1997, 61 экз.
6. В. Г. Нечаев. . Оптико-волоконные системы связи. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003, 5 экз.
7. Л. Б. Кочин. . Оптические системы обработки информации. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002, эл. рес.
8. Л. Б. Кочин. . Лазерные системы обработки и передачи информации. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
9. Л. Б. Кочин, В. Ф. Лебедев, А. П. Погода. . Оптические измерения. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 40 экз.
10. О. К. Скляр. . Волоконно-оптические сети и системы связи. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. . Применение методов фурье-оптики. М.: Радио и связь, 1988, 1 экз.
2. А. В. Белов, А. С. Борейшо, А. В. Морозов. . Проектирование и надёжность лазерных комплексов специального назначения. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 3 экз.
3. Дж. Гауэр. . Оптические системы связи. М.: Радио и связь, 1989, 1 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Естественные и технические науки.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://moodle.voenmeh.ru/> — БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова // Moodle.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Matlab 2015a SP1;
2. Mathcad Prime 3.1.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

1. Проектор.

6.2. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ЛАЗЕРНЫЕ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению **11.04.01 Радиотехника**. Дисциплина реализуется на факультете **И Информационных и управляющих систем** БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой **И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-1.1 способность самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов;

ПСК-1.4 способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;

ПСК-1.6 способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников;

ПСК-1.8 способность проектировать радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы с учетом заданных требований.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с обработкой, передачей и хранением информации с помощью лазерных и оптико-электронных систем.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к дифференцированному зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**91 ч**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 17 ч. аудиторных занятий, и 91 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Основные понятия и определения дисциплины.		
1. Общие сведения о лазерных и оптико-электронных системах. 2. Структурная схема оптико-электронной системы для обработки и передачи информации. 3. Компоненты оптико-электронных систем, их параметры и характеристики	Л. Б. Кочин. . Оптические системы обработки информации: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (1) А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов. . Лазеры: применения и приложения: СПб.: Лань, 2016 (1) В. А. Борейшо, Л. Б. Кочин. . Электронные компоненты лазерной техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1) А. В. Белов, А. С. Борейшо, А. В. Морозов. . Проектирование и надёжность лазерных комплексов специального назначения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1)	7
Итого по разделу 1		7
Раздел 2. Физические основы оптической обработки информации.		
1. Понятие изображения. Предварительная и вторичная обработка изображений. Системы обработки изображений: оптико-аналоговая, электронно-аналоговая, электронно-цифровая,	. Применение методов фурье-оптики: М.: Радио и	11

оптико-цифровая. 2. Представление изображений в виде матриц. Виды предварительной обработки изображений – точечная, локальная и глобальная обработка. Двойное преобразование Фурье, свертка и корреляция. 3. Двумерное преобразование Фурье в прямоугольной и полярной системах координат. Пространственные частоты. Свойства ДПФ. Некоторые двумерные специальные функции и их фурье-образы. Двумерная корреляция. Двумерная свертка.	связь, 1988 (1-2) А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов. . Лазеры: применения и приложения: СПб.: Лань, 2016 (1-2) В. А. Борейшо, Л. Б. Кочин. . Электронные компоненты лазерной техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-2) Л. Б. Кочин, В. Ф. Лебедев, А. П. Погода. . Оптические измерения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1-2)	
Итого по разделу 2		11
Раздел 3. Физические принципы оптической когерентной обработки изображений.		
1. Двумерные линейные пространственно-инвариантные системы. 2. Импульсный отклик и оптическая передаточная функция оптической системы при когерентной и некогерентной освещенности. Функции передачи модуляции и фазы. 3. Когерентный оптический сигнал. Угловой спектр плоских волн. Импульсная и передаточная характеристики свободного пространства.	. Применение методов фурье-оптики: М.: Радио и связь, 1988 (1-2) В. А. Борейшо, Л. Б. Кочин. . Электронные компоненты лазерной техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-3) А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов. . Лазеры: применения и приложения: СПб.: Лань, 2016 (1-3)	12
Итого по разделу 3		12
Раздел 4. Оптическое преобразование Фурье и пространственная фильтрация.		
1. Тонкая линза как фазовый транспарант. Линза как элемент, осуществляющий преобразование Фурье. Влияние конечных размеров рабочей апертуры. 2. Формирование когерентного оптического сигнала с помощью амплитудных, фазовых и комплексных транспарантов. 3. Анализатор спектра пространственных частот изображений. 4. Оптическая система пространственной фильтрации изображений. Типы пространственных фильтров. 5. Согласованная пространственная фильтрация	. Применение методов фурье-оптики: М.: Радио и связь, 1988 (1-2) Л. Б. Кочин. . Оптические системы обработки информации: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (1-2) Л. Б. Кочин. . Лазерные системы	10

	обработки и передачи информации: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1-2)	
Итого по разделу 4		10
Раздел 5. Голография и ее приложения.		
1. Физические принципы записи и восстановления голограмм. 2. Голографические фильтры и корреляторы: коррелятор Вандер Люгта: схема, принцип работы, достоинства и недостатки, коррелятор совместного преобразования: схема, принцип работы, достоинства и недостатки. 3. Голографическая интерферометрия. 4. Виды голограмм и области применения	Л. Б. Кочин. . Оптические системы обработки информации: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (3-5) . Применение методов фурье-оптики: М.: Радио и связь, 1988 (2,3,11)	11
Итого по разделу 5		11
Раздел 6. Способы модуляции лазерного излучения.		
1. Особенности модуляции в оптическом диапазоне. Прямая, внешняя и внутренняя модуляции. 2. Устройство, принцип работы и характеристики модуляторов на основе линейного электрооптического эффекта. 3. Устройство, принцип работы и основные характеристики акустооптических модуляторов. Работа АО модуляторов в режиме дифракции Рамана-Ната и Брэгга. 4. Пространственно-временные модуляторы света, классификация и применение	В. А. Борейшо, Л. Б. Кочин. . Электронные компоненты лазерной техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-3) Л. Б. Кочин. . Оптические системы обработки информации: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (1-4)	10
Итого по разделу 6		10
Раздел 7. Акустооптические системы обработки информации.		
1. Акустооптические спектроанализаторы радиосигналов. 2. Акустооптические корреляторы радиосигналов. 3. Перестраиваемые акустооптические фильтры и спектрометры на их основе	В. А. Борейшо, Л. Б. Кочин. . Электронные компоненты лазерной техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-3) В. В. Клуздин. . Акустооптические устройства обработки сигналов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1997 (1-3)	7
Итого по разделу 7		7
Раздел 8. Гибридные оптико-электронные системы обработки информации.		

1.Обобщенные структурные схемы гибридных оптико-электронных систем. 2.Примеры реализации оптико-электронных гибридных систем: системы распознавания; многоканальные корреляторы; системы спектрального анализа; геоинформационные системы. 3. Области применения гибридных оптико-электронных систем	. Применение методов фурье-оптики: М.: Радио и связь, 1988 (4-5)	6
Итого по разделу 8		6
Раздел 9. Открытые оптические системы передачи информации.		
1. Понятие открытой оптической системы, классификация и характеристики систем. 2. Структурная схема открытой оптической системы передачи информации, компоненты систем. 3. Влияние внешних условий на работу открытых оптических систем передачи информации	Дж. Гауэр. . Оптические системы связи: М.: Радио и связь, 1989 (1-3) В. А. Борейшо, Л. Б. Кочин. . Электронные компоненты лазерной техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-3) Л. Б. Кочин. . Оптические системы обработки информации: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (1-4)	10
Итого по разделу 9		10
Раздел 10. Волоконно-оптические системы.		
1. Виды оптических волокон и их основные характеристики. 2. Распространение оптического излучения в оптоволокне. 3. Понятие и механизмы затухания и дисперсии в ВОЛС. 4. Технологии производства оптических волокон. 5. Примеры реализации волоконно-оптических систем	О. К. Складов. . Волоконно-оптические сети и системы связи: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1-3) В. Г. Нечаев. . Оптико-волоконные системы связи: Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003 (1-3)	7
Итого по разделу 10		7

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Вопросы для текущего контроля

Студенту предлагается 5 вопросов по результатам прохождения раздела, на которые необходимо дать правильный ответ.

Вопросы к дифференцированному зачету

1. Оптический диапазон электромагнитного излучения. Источники света. Особенности цветовосприятия человеческого глаза.
2. Электроразрядные газовые лазеры
3. Твердотельные лазеры
4. Полупроводниковые лазеры
5. Понятие изображения. Представление изображений в виде матриц. Двойное преобразование Фурье, свертка и корреляция.
6. Двумерное преобразование Фурье в прямоугольной и полярной системах координат. Пространственные частоты. Некоторые двумерные специальные функции и их фурье-образы. Двумерная корреляция. Двумерная свертка
7. Двумерные линейные пространственно-инвариантные системы
8. Импульсный отклик и оптическая передаточная функция оптической системы при когерентной и некогерентной освещенности.
9. Когерентный оптический сигнал. Угловой спектр плоских волн. Импульсная и передаточная характеристики свободного пространства
10. Тонкая линза как фазовый транспарант. Линза как элемент, осуществляющий преобразование Фурье. Влияние конечных размеров рабочей апертуры.
11. Формирование когерентного оптического сигнала с помощью амплитудных, фазовых и комплексных транспарантов.
12. Физические принципы записи и восстановления голограмм.
13. Голографические фильтры и корреляторы: коррелятор Вандер Люгта: схема, принцип работы, достоинства и недостатки, коррелятор совместного преобразования: схема, принцип работы, достоинства и недостатки.
14. Синтезированные голограммы. Применение
15. Особенности модуляции в оптическом диапазоне. Наиболее применяемые технические решения.
16. Устройство, принцип работы и характеристики модуляторов на основе линейного электрооптического эффекта.
17. Устройство, принцип работы и основные характеристики акустооптических модуляторов. Работа АО модуляторов в режиме дифракции Рамана-Ната и Брэгга.
18. Лазерная система передачи информации
19. Волоконно-оптическая лазерная система передачи информации.

Дифференцированный зачет

Допуск к сдаче зачета является сдача всех лабораторных работ.

Зачет выставляется по результатам работы в семестре и по результатам ответов на два вопроса случайным образом выбираемых из списка.

Оценка формируется исходя из следующих критериев:

- Выполнение и защита всех лабораторных работ без дополнительного опроса или с неправильными ответами - "удовлетворительно"
- Один правильный ответ - "хорошо"
- Два правильных ответа - "отлично"

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %				НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции		ПСК-1.1	ПСК-1.4	ПСК-1.6	ПСК-1.8	
5	9	Раздел 1. Основные понятия и определения дисциплины.	8	1	1	7	10	10	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 2. Физические основы оптической обработки информации.	13	2	2	11	10	10	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 3. Физические принципы оптической когерентной обработки изображений.	14	2	2	12	10	10	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 4. Оптическое преобразование Фурье и пространственная фильтрация.	12	2	2	10	10	10	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 5. Голография и ее приложения.	13	2	2	11	10	10	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 6. Способы модуляции лазерного излучения.	12	2	2	10	10	10	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 7. Акустооптические системы обработки информации.	8	1	1	7	10	10	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 8. Гибридные оптико-электронные системы обработки информации.	7	1	1	6	10	10	10	10	Вопросы для текущего контроля

5	9	Раздел 9. Открытые оптические системы передачи информации.	12	2	2	10	10	10	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 10. Волоконно- оптические системы.	9	2	2	7	10	10	10	10	Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 9 семестр			108	17	17	91	100	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	17	17	91	100	100	100	100	

Критерии оценивания

ПСК-1.1

Вопросы открытого типа:

- № 1 При нормальной дисперсии коэффициент преломления с увеличением длины волны...
- № 2 Абсолютный показатель преломления среды - физическая величина, равная
- № 3 Главный фокус собирающей линзы это...
- № 4 Мешает ли препятствие, которое не находится на прямой, соединяющей излучатель радиоволн и приемник, распространению радиоволны?
- № 5 Кривизна поверхности — это величина...
- № 6 Сферическая аберрация характеризуется..
- № 7 Опыт Юнга с двумя щелями продемонстрировал...
- № 8 Каким свойством обладает фотон испущенный под действием индуцирующего излучения?
- № 9 Что такое инверсная населенность среды?
- № 10 Раскрыть связь оптической передаточной функции и функции рассеяния точки

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Что такое активная среда в лазере?
- А) активная среда - это среда усиливающая оптическое излучение
- В) активная среда - это среда с высоким уровнем радиации
- С) активная среда - это среда с высокой химической активностью способная порождать оптическое излучение
- Д) активная среда - это среда с высокой степенью опасности
- № 2 Что такое инверсная населенность среды?
- А) Это состояние, в котором число частиц на верхнем энергетическом уровне больше, чем число частиц на более нижнем уровне
- В) Это состояние, в котором происходит инверсное отображение энергетических уровней квантовой частицы
- С) Это состояние, в котором происходит зеркальное отображение энергетических уровней квантовой частицы
- Д) Это состояние, в котором находятся лазерные частицы
- № 3 Отличительной чертой электромагнитных колебаний оптического диапазона является то, что:
- А) человеческий глаз чувствителен к излучению оптического диапазона
- В) только для оптического диапазона справедливы законы преломления
- С) источниками излучения являются квантовые частицы - атомы и молекулы
- № 4 Какую часть спектра принято относить к оптическому диапазону?
- А) 0,1 - 2000 мкм
- В) 380 - 780 нм
- С) 380 - 780 мкм
- Д) 1 - 10мм
- № 5 Частотно контрастная характеристика оптической системы равна:
- А) отношению контраста гармонического объекта в плоскости изображения к контрасту в плоскости предметов

- В) отношению комплексных амплитуд гармонического объекта в плоскости изображения к амплитудам в плоскости предмета
- С) отношению пространственных частот в плоскости предмета к частотам в плоскости изображения
- № 6 В твердотельных лазерах инверсная населенность осуществляется
- А) электронным пучком
- В) оптической накачкой
- С) химической накачкой
- Д) квантовым перераспределением
- № 7 Величиной, определяющей энергетическое распределение электронов и дырок в полупроводнике, является
- А) энергия Ферми
- В) энергия возбуждённого уровня
- С) энергия основного уровня
- № 8 Спектральная чувствительность болометров определяется
- А) работой выхода электрона в светочувствительном элементе
- В) квантовой восприимчивостью чувствительного элемента
- С) поглощающей способностью чувствительного элемента
- Д) балансировкой квантовых состояний чувствительного элемента
- № 9 Максимум чувствительности человеческого глаза соответствует
- А) синему свету
- В) зеленому свету
- С) желтому свету
- Д) красному свету
- № 10 В чем выражается оптическая сила линзы?
- А) в люменах
- В) в ваттах
- С) в диоптриях
- Д) в ньютонах на см²

ПСК-1.4

Вопросы открытого типа:

- № 1 В чем главное сходство излучения радио и оптического диапазона и в чем главное отличие
- № 2 Может ли фотон двигаться медленнее, чем со скоростью 299 000 км в секунду?
- № 3 Алмаз опустили в сосуд с водой. Будет ли он виден под водой?
- № 4 Как изготовить зеркало, которое будет отражать только определенную длину волны, а остальные пропускать?
- № 5 Почему мыльные пузыри разноцветные?
- № 6 Зоны Френеля это -
- № 7 В сколько раз отличается оптическая длина пути в вакууме и стекле?
- № 8 Входной зрачок оптической системы это
- № 9 Если поверхность, перпендикулярную Солнцу, повернуть (наклонить) на 45 градусов, как изменится ее освещенность?
- № 10 Каустика это...

- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Каким свойством обладает фотон испущенный под действием индуцирующего излучения?
- А) новый фотон по частоте, фазе и поляризации не отличим от индуцирующего
- В) новый фотон хотя бы одним состоянием должен быть отличим от индуцирующего
- С) в соответствии с квантовой теорией новый фотон по частоте, и поляризации не отличим от индуцирующего, но повернут по фазе
- Д) на основании прогрессивных физических законов новый фотон по всем параметрам должен отличаться от индуцирующего
- № 2 Структура поперечных мод резонатора определяется:
- А) числом Френеля
- В) числом Фаберже
- С) числами Фибоначчи
- № 3 Радиоволны от других электромагнитных волн отличаются тем, что
- А) радиоволны являются гармоническими колебаниями
- В) источниками радиоволн являются токи в проводящих средах
- С) радиоволны не воспринимаются органами чувств
- Д) радиоволны являются электромагнитными колебаниями в эфире
- № 4 Как связаны оптическая передаточная функция и функция рассеяния точки
- А) оптическая передаточная функция получается в результате Фурье преобразования функции рассеяния точки
- В) оптическая передаточная функция получается в результате преобразования Лоренца функции рассеяния точки
- С) оптическая передаточная функция получается в результате преобразования Лапласа функции рассеяния точки
- Д) функции рассеяния точки получается в результате преобразования Лапласа оптической передаточной функции
- № 5 Смещение объекта вдоль предметной плоскости приведет:
- А) потере качества изображения пропорционально величине смещения
- В) расфокусировке изображения и потере контрастности в соответствии с ЧХК
- С) смещению изображения на расстояние пропорциональное смещению объекта с учетом коэффициента увеличения
- № 6 В каком случае лазерный диод будет иметь большую эффективность чем не лазерный диод такой же структуры?
- А) при токах больших порогового значения
- В) лазерный диод всегда имеет меньшую эффективность по сравнению со светодиодом
- С) при криогенных температурах
- Д) если температура лазерного диода ниже температуры светодиода
- № 7 Активная среда твердотельных лазеров формируется

- А) из прозрачных кристаллов и стекол активированных редкоземельными металлами
- В) из композитных материалов активированных галогенами
- С) из пьезокристаллов с внедренными центрами активации
- № 8 Чем определяется поляризация оптического излучения?

- А) Длиной волны
- В) Плоскостью колебания электрического вектора
- С) Плоскостью колебания магнитного вектора
- Д) Волновой поверхностью

- № 9 Показатель преломления любой оптической среды находится в диапазоне

- А) от 0 до 1
- В) 1 и более
- С) -1 и 1
- Д) от 10 до 100

- № 10 Если поставить точечный источник в фокус линзы, то лучи соберутся

- А) в параллельный пучок света
- В) в фокус по другую сторону линзы
- С) на удвоенном фокусном расстоянии
- Д) в точке мнимого изображения точечного источника

ПСК-1.6

Вопросы открытого типа:

- № 1 Интенсивность электромагнитной волны это...
- № 2 Из каких материалов изготавливают фоторезисторы? Назовите 3-4 материала
- № 3 Изменяется ли масса Солнца за счет испускания электромагнитных волн?
- № 4 Если поставить точечный источник света в точку, равную удвоенному фокусному расстоянию собирающей линзы, то лучи соберутся
- № 5 Кольца Ньютона это...
- № 6 Интерференция это -
- № 7 Пятно Пуассона это -
- № 8 Что такое узловые точки оптической системы?
- № 9 Что такое индуцированное излучение?
- № 10 Фокусное расстояние тонкой линзы равно 10 см. На каком расстоянии от нее нужно поставить объект, чтобы получить его изображение без увеличения?

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Неотъемлемые составные части лазера это:
- А) активная среда и резонатор
- В) квантовый эффект и концентратор света
- С) излучающая среда и гиперболическое зеркало
- Д) инверсная населенность и индуцированное излучение
- № 2 По какому закону распределены энергетические состояния квантовых частиц в тепловом равновесии?
- А) В соответствии с распределением Больцмана
- В) В соответствии с распределением Планка

- С) В соответствии с распределением Лифшица
- Д) В соответствии с распределением Ландау
- № 3 Для изображающих оптических систем справедливо утверждение:
- А) изображение суммы объектов равно сумме изображений от каждого объекта
- В) изображение суммы объектов формируется в соответствии с фокусом оптической системы
- С) изображение суммы объектов складывается как сложная функция рассеяния точки
- Д) изображение суммы объектов формируется в фокальной плоскости
- № 4 Функция рассеяния точки определяет:
- А) распределение комплексной амплитуды в плоскости изображения от точечного источника
- В) распределение интенсивности излучения в плоскости изображения от точечного источника распределение комплексной амплитуды в плоскости изображения от точечного источника
- С) зависимость диаграммы рассеяния оптической системы
- Д) поток рассеянного излучения
- № 5 В полупроводниковых лазерах свет излучается в следствие:
- А) столкновения дырок с узлами кристаллической решетки
- В) колебания кристаллической решетки
- С) столкновения электронов с узлами кристаллической решетки
- Д) рекомбинации электрона и дырки
- № 6 Оптический резонатор полупроводникового лазера образован:
- А) зеркалами из полированного металла.
- В) зеркалами с интерференционными покрытиями
- С) сколотыми гранями кристалла полупроводниковой структуры
- Д) дифракционными решетками
- № 7 Чем определяется спектральная чувствительность фотодиодов?
- А) шириной энергетической зоны р-п перехода
- В) квантовой неопределенностью р-п перехода
- С) степенью черноты дырок в р-п переходе
- Д) подвижностью электронов р-п переходе
- № 8 Полное внутреннее отражение возникает, если волна падает на границу раздела
- А) прозрачной и непрозрачной среды
- В) из среды менее плотной в сторону более плотной
- С) прозрачной и металлической среды
- Д) из среды более плотной в сторону менее плотной
- № 9 Как зависит энергия фотона от длины волны

- А) энергия фотона обратно пропорциональна длине волны
 В) энергия фотона прямо пропорциональна длине волны
 С) энергия фотона пропорциональна квадрату длины волны
 Д) энергия фотона практически не зависит от длины волны
- № 10 Дифракционный предел это...
- А) максимальный размер дифракционной решетки
 В) максимальный размер пятна, наблюдающегося при дифракции Фраунгофера
 С) минимальный размер пятна, которое можно получить, фокусируя электромагнитное излучение
 Д) минимальный размер пятна, наблюдающегося при дифракции Френеля

ПСК-1.8

Вопросы открытого типа:

- № 1 Второе уравнение Максвелла в интегральной форме (закон Гаусса для магнитного поля) говорит о том, что...
- № 2 Чем отличаются подходы геометрической и волновой оптики?
- № 3 Оптическая сила линзы это...
- № 4 Можно ли наблюдать интерференцию в немонохроматическом свете?
- № 5 Что требуется для изготовления интерферометра Майкельсона?
- № 6 Инвариант Лагранжа это:
- № 7 Для чего предназначены дисперсионные призмы?
- № 8 Как интерферируют электромагнитные колебания с ортогональными поляризациями?
- № 9 На энергосберегающих лампочках указаны значения цветовой температуры в градусах. Как связаны эти цифры и температура?
- № 10 Красная граница фотоэффекта это...

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Что является излучателем фотонов оптического диапазона?
- А) атомы и молекулы
 В) радиоактивные частицы
 С) люминесцентные кристаллы
 Д) виртуальные квантовые частицы
- № 2 Что такое индуцированное излучение?
- А) Это излучение нового фотона возбужденной частицей под воздействием индуцирующего фотона
 В) Это излучение нового фотона возбужденной частицей в поле магнитной индукции
 С) Это излучение фотона возбужденной частицей, вызванное квантовой индукцией
 Д) Это излучение нового фотона возбужденной частицей с переходом в более высокое энергетическое состояние
- № 3 Видимое излучение имеет спектральный диапазон:
- А) 520 - 910 нм
 В) 380 - 780 нм
 С) 79 - 38 ТГц
- № 4 Функция рассеяния точки идеальной оптической системы является:

- А) распределением Лапласа
 В) распределением Гаусса
 С) распределением Лоренца
 D) распределением Эйри
- № 5 Гетеропереходы необходимы для
- А) создания более благоприятных условий создания инверсии населённости
 В) повышения концентрации носителей заряда
 С) создания омических контактов
 D) создания резонаторов Фабри-Перо
- № 6 Для создания инверсной населенности в полупроводниковых лазерах используется
- А) накачка рентгеновским пучком
 В) оптическая накачка
 С) тлеющий разряд переменного тока
 D) инжекция носителя тока через электронно-дырочный переход.
- № 7 Оптические приемники излучения по физическому принципу взаимодействия делятся на следующие классы:
- А) тепловые и фотонные
 В) квантовые и волновые
 С) матричные и одноэлементные
 D) твердотельные и электровакуумные
- № 8 Видимому свету соответствует диапазон длин волн...
- А) 500-800 нм
 В) 300-900 нм
 С) 400-780 нм
 D) 200-1200 нм
- № 9 Выберите правильную формулировку принципа Гюйгенса
- А) Каждая точка фронта волны является самостоятельным источником сферических вторичных волн, огибающая которых дает новое положение фронта волны
 В) Каждая точка фронта волны создает колебания в направлении распространения волны
 С) Свет распространяется равномерно и прямолинейно
 D) Направление распространения световой волны изменяется при наличии препятствий
- № 10 Что такое "когерентность"?
- А) Совпадение по частоте двух волн
 В) Спонтанное излучение световых волн
 С) Согласованное протекание во времени нескольких колебательных или волновых процессов

D) Одинаковость длин волны двух волн