

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Страхов С.Ю.

« ____ » _____ 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	34	17	0	17	74	0	0	74	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: 2025

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:

ПК-1.4 — Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов

ПК-1.8 — Способен проектировать радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы с учетом заданных требований

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-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.

ПК-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	Практические занятия		ПК-1.4	ПК-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.	7	2	1	1	5	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 свёртка.	13	4	2	2	9	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.	13	4	2	2	9	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.	13	4	2	2	9	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	4	2	2	9	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.	13	4	2	2	9	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.	7	2	1	1	5	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	2	1	1	5	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	4	2	2	8	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.	10	4	2	2	6	10	10
Всего за 9 семестр			108	34	17	17	74	100	100
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные понятия и определения дисциплины.	Компоненты оптико-электронных систем, их параметры и характеристики.	1

2	Раздел 2. Физические основы оптической обработки информации.	Двойное преобразование Фурье, свертка и корреляция.	2
3	Раздел 3. Физические принципы оптической когерентной обработки изображений.	Передаточная функция оптической системы при когерентной и некогерентной освещенности. Когерентное и некогерентное сложение.	2
4	Раздел 4. Оптическое преобразование Фурье и пространственная фильтрация.	Методы Фурье оптики.	2
5	Раздел 5. Голография и ее приложения.	Синтезирование голограмм. Цифровая голография.	2
6	Раздел 6. Способы модуляции лазерного излучения.	Модуляция сигнала в оптических системах передачи информации.	2
7	Раздел 7. Акустооптические системы обработки информации.	Акустооптические модуляторы и дефлекторы.	1
8	Раздел 8. Гибридные оптико-электронные системы обработки информации.	Оптические системы обработки радиосигнала.	1
9	Раздел 9. Открытые оптические системы передачи информации.	Основное уравнение связи для открытых оптических систем передачи информации.	2
10	Раздел 10. Волоконно-оптические системы.	Волоконно-оптические системы связи	2
Всего за 9 семестр			17

3.3. 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	5
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.	9
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.	9
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	9

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	9
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	9
7	Раздел 7. Акустооптические системы обработки информации.	1. Акустооптические спектроанализаторы радиосигналов. 2. Акустооптические корреляторы радиосигналов. 3. Перестраиваемые акустооптические фильтры и спектрометры на их основе	5
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	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	8
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	6
Всего за 9 семестр			74

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. Практические занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.3. 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*:

ПК-1.4 Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;

ПК-1.8 Способен 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.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 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. В. Белов, А. С. Борейшо, А. В. Морозов. . Проектирование и надёжность лазерных комплексов специального назначения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (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)	5
Итого по разделу 1		5
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	9

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) Л. Б. Кочин, В. Ф. Лебедев, А. П. Погода. . Оптические измерения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1-2) В. А. Борейшо, Л. Б. Кочин. . Электронные компоненты лазерной техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-2)	
Итого по разделу 2		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.	. 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)	9
Итого по разделу 3		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	. 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	9

	обработки и передачи информации: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1-2)	
Итого по разделу 4		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	. Применение методов фурье-оптики: М.: Радио и связь, 1988 (2,3,11) Л. Б. Кочин. . Оптические системы обработки информации: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (3-5)	9
Итого по разделу 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	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)	9
Итого по разделу 6		9
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)	5
Итого по разделу 7		5
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)	5
Итого по разделу 8		5
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	Л. Б. Кочин. . Оптические системы обработки информации: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (1-4) Дж. Гауэр. . Оптические системы связи: М.: Радио и связь, 1989 (1-3) В. А. Бореjšо, Л. Б. Кочин. . Электронные компоненты лазерной техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-3)	8
Итого по разделу 9		8
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)	6
Итого по разделу 10		6

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	Практические занятия		ПК-1.4	ПК-1.8	
5	9	Раздел 1. Основные понятия и определения дисциплины.	7	2	1	1	5	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 2. Физические основы оптической обработки информации.	13	4	2	2	9	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 3. Физические принципы оптической когерентной обработки изображений.	13	4	2	2	9	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 4. Оптическое преобразование Фурье и пространственная фильтрация.	13	4	2	2	9	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 5. Голография и ее приложения.	13	4	2	2	9	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 6. Способы модуляции лазерного излучения.	13	4	2	2	9	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 7. Акустооптические системы обработки информации.	7	2	1	1	5	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 8. Гибридные оптико-электронные системы обработки информации.	7	2	1	1	5	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 9. Открытые оптические системы передачи информации.	12	4	2	2	8	10	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 10. Волоконно-оптические системы.	10	4	2	2	6	10	10	Вопросы к дифференцированному зачету
Всего за 9 семестр			108	34	17	17	74	100	100	
Всего по дисциплине			108	34	17	17	74	100	100	

Оценочные материалы по дисциплине ЛАЗЕРНЫЕ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ

ПК-1.4 - Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между величинами и их размерность..

1. Числовая апертура
2. Воздушный промежуток
3. Волновое число

А - Безразмерная величина

Б - миллиметры

В - 1/м

№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между зависящими величинами.

1. Светосила объектива
2. Энергия
3. Импульс

А - Числовая апертура

Б - Частота

В - Волновое число

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

Упорядочить последовательность по возрастанию энергии квантов.

- 1) рентгеновское излучение
- 2) ультрафиолетовое излучение
- 3) видимое излучение
- 4) инфракрасное излучение
- 5) терагерцовое излучение

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Выстройте последовательность по возрастанию частоты.

- 1) рентгеновское излучение
- 2) ультрафиолетовое излучение
- 3) видимое излучение
- 4) инфракрасное излучение
- 5) терагерцовое излучение

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

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
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- 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
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Структура поперечных мод резонатора определяется:
- А) числами Фибоначчи
- В) числом Фаберже
- С) числом Френеля
- Д) числом Рейнольдса
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Выберите правильные утверждения.
- А) разрешающая способность телескопа определяется размером апертуры и длиной волны излучения
- В) модовый состав лазера определяется числом Френеля
- С) шум фотоприемника зависит от квантовой эффективности
- Д) интерференция волн определяется числовой апертурой
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Выберите верные утверждения.
- А) Увеличение температуры черного тела в 2 раза приводит к увеличению излучательной мощности в 16 раз
- В) Черное тело только поглощает электромагнитное излучение и не способно к излучению.
- С) Абсолютно чёрное тело - это физическое тело, которое при любой температуре поглощает всё падающее на него электромагнитное излучение во всех диапазонах
- Д) Светлое тело - это тело которое излучает весь спектральный диапазон электромагнитных волн.
- № 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- Чем отличаются подходы геометрической и волновой оптики?
- № 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- Как интерферируют электромагнитные колебания с ортогональными поляризациями?

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Выберите правильные определения.

А) Квантовая эффективность фотодиода - это отношение числа рожденных фотоэлектронов к числу падающих на фотодиод фотонов.

В) Фотоэффект - это явление взаимодействия света или любого другого электромагнитного излучения с веществом, при котором энергия фотонов передаётся электронам вещества

С) Внешний фотоэффект- это фотоэффект за пределами вещества

Д) Спонтанное излучение - это излучение характерное для всех тел.

№ 13 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Что является излучателем фотонов оптического диапазона?

А) атомы и молекулы

В) радиоактивные частицы

С) люминесцентные кристаллы

Д) виртуальные квантовые частицы

ПК-1.8 - Способен проектировать радиотехнические устройства, приборы, системы и комплексы с учетом заданных требований

№ 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Функция рассеяния точки определяет:

А) распределение интенсивности излучения в плоскости изображения от точечного источника

В) распределение комплексной амплитуды в плоскости изображения от точечного источника

С) зависимость диаграммы рассеяния оптической системы

Д) поток рассеянного излучения

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Если поверхность, перпендикулярную Солнцу, повернуть (наклонить) на 45 градусов, как изменится ее освещенность?

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Во сколько раз отличается оптическая длина пути в вакууме и стекле?

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между величинами и их размерностью.

1. Оптическая сила линзы

2. Сила света

3. Плотность потока излучения

А - Диоптрия

Б - Вт/Ср

В - Вт/м²

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между элементами и их характеристиками.

1. Линза

2. Клинь

3. Пластина

А - Фокус

Б - Угол

В - Толщина

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность прохождения света в микроскопе.

1) глаз

2) окуляр

3) микрообъектив

4) предмет

5) конденсор

6) источник света

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите последовательность трансформации энергии в лазере.

1) энергия лазерного луча

2) внутрирезонаторная энергия

3) энергия возбуждения частиц

4) энергия накачки

5) энергия питания

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какую часть спектра принято относить к оптическому диапазону?

А) 0,1 - 2000 мкм

В) 380 - 780 нм

С) 380 - 780 мкм

Д) 1 - 10мм

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Смещение объекта вдоль предметной плоскости приведет:

А) смещению изображения на расстояние пропорциональное смещению объекта с учетом коэффициента увеличения

В) расфокусировке изображения и потере контрастности в соответствии с ЧХК

С) потере качества изображения пропорционально величине смещения

Д) к потере качества

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

От чего зависит эффективность лазера?

- А) от эффективности накачки
- В) от эффективности резонатора
- С) от квантовой эффективности
- Д) от гравитационной эффективности
- Е) от эффективности управления

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

От чего зависит длина волны генерации лазера?

- А) от энергии верхнего лазерного уровня
- В) от энергии нижнего лазерного уровня
- С) от давления окружающей среды
- Д) от динамики накачки активной среды
- Е) от эффективности управления

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

От чего зависит модовый состав лазера?

- А) от расстояния между зеркалами резонатора
- В) от размеров зеркал резонатора
- С) от квантовой эффективности
- Д) от размера активной среды

№ 13 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

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