


МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ  
БАЛТИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«ВОЕНМЕХ» ИМ. Д.Ф. УСТИНОВА

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

  
\_\_\_\_\_  
(подпись) Страхов С. Ю.  
ФИО  
«14» 01 2022

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ЛАЗЕРНЫЕ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ**

Направление/специальность подготовки	11.05.02 Специальные радиотехнические системы
Специализация/профиль/программа подготовки	Средства и комплексы радиоэлектронной борьбы
Уровень высшего образования	Специалитет
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	4	144	51	34	17	0	93	0	0	93	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**11.05.02 Специальные радиотехнические системы**


год набора группы: 2020

Программу составили:

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



Кафедра И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
Кочин Леонид Борисович, к.т.п., 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. Оценочные средства и методики их применения
- Приложение 4. Лист изменений, вносимых в рабочую программу

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

**ПСК-4** — способность разрабатывать структурные и функциональные схемы специальных радиотехнических систем, принципиальные схемы устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-4**

*знания:*

Знает современные тенденции развития оптоэлектронных и лазерных систем, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий;

*умения:*

Умеет использовать комплексный подход в работах связанных с оптоэлектронными и лазерными система, в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий;

*навыки:*

Владеет способами и методами решения теоретических и экспериментальных задач с привлечением лазерных и оптоэлектронных систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЛАЗЕРНЫЕ И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ** является дисциплиной **вариативной части по выбору студента блока 1** программы подготовки по направлению **11.05.02 Специальные радиотехнические системы**.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **МАТЕМАТИКА 6: ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА, ФИЗИКА, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА И СЛУЧАЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ, МАТЕМАТИКА 4: ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ОСНОВЫ ТЕОРИИ КОДИРОВАНИЯ, КРИПТОГРАФИИ И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- **ОПК-1** — Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии
- **ПСК-2** — Способен проводить экспериментальные исследования, моделирование объектов и процессов в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемые компетенции, %	
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПСК-4	
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.	6	2	2	0	4	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.	17	6	4	2	11	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.	12	4	4	0	8	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.	24	10	4	6	14	10	
5	9	Раздел 5. Голография и ее приложения. 1. Физические принципы записи и восстановления голограмм. 2. Голографические фильтры и корреляторы: коррелятор Вандер Люта: схема, принцип работы, достоинства и недостатки. коррелятор совместного преобразования: схема, принцип работы, достоинства и недостатки. 3. Голографическая интерферометрия. 4. Виды голограмм и области применения.	17	6	4	2	11	10	
5	9	Раздел 6. Способы модуляции лазерного излучения. 1. Особенности модуляции в оптическом диапазоне. Прямая, внешняя и внутренняя модуляция. 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.	23	8	4	4	15	10	
5	9	Раздел 7. Акустооптические системы обработки информации. 1. Акустооптические спектральные фильтры радиосигналов. 2. Акустооптические корреляторы радиосигналов. 3. Перестраиваемые акустооптические фильтры и спектрометры на их основе.	12	4	2	2	8	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; телеинформационные системы. 3. Области применения гибридных оптико-электронных систем.	8	2	2	0	6	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.	11	4	4	0	7	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.	14	5	4	1	9	10	
Всего за 9 семестр			144	51	34	17	93	100	
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100	

#### 3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Физические основы оптической обработки информации.	Исследование фурье-преобразующих свойств линз.	2
2	Раздел 4. Оптическое преобразование Фурье и пространственная фильтрация.	Исследование системы оптической пространственной фильтрации.	2
3		Исследование линейного электрооптического эффекта.	2
4		Исследование дифракции света на	2

		акустических волнах.	
5	Раздел 5. Голография и ее приложения.	Исследование электрооптических эффектов в жидких кристаллах.	2
6	Раздел 6. Способы модуляции лазерного излучения.	Исследование свойств фурье-голограмм.	4
7	Раздел 7. Акустооптические системы обработки информации.	Исследование акустооптического спектроанализатора.	2
8	Раздел 10. Волоконно-оптические системы.	Итоговая сдача лабораторных работ	1
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	4
2		Подготовка к лабораторной работе 1	5
3	Раздел 2. Физические основы оптической обработки информации.	1. Понятие изображения. Предварительная и вторичная обработка изображений. Системы обработки изображений: оптико-аналоговая, электроно-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.	6
4	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.	8
5		Подготовка к лабораторной работе 2	6
6	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	8
7		Подготовка к лабораторной работе	5
8	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	6
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	8

		АО модуляторов в режиме дифракции Рамана-Ната и Брэгга. 4. Пространственно-временные модуляторы света, классификация и применение	
10		Подготовка к лабораторной работе	7
11	Раздел 7. Акустооптические системы обработки информации.	1. Акустооптические спектроанализаторы радиосигналов. 2. Акустооптические корреляторы радиосигналов. 3. Перестраиваемые акустооптические фильтры и спектрометры на их основе	4
12		Подготовка к лабораторной работе	4
13	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
14	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	7
15	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
16		Самостоятельная подготовка и оформление и анализ отчетов по лабораторным работам	3
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>93</b>

#### 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	ЛР	Отч. по ЛР	ЛР	ТекК	ЛР	Отч. по ЛР	ЛР	Отч. по ЛР	ЛР	Отч. по ЛР	ЛР	Отч. по ЛР	ЛР	Отч. по ЛР	ТекК	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.

Условные обозначения:

- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- ЛР – лабораторная работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущая аттестация** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- вопросы для текущего контроля;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Рубежная аттестация** студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- вопросы для текущего контроля;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР.

**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. Складов. Волоконно-оптические сети и системы связи. Санкт-Петербург: Лань, 2021, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. В. Бслов, А. С. Борейшо, А. В. Морозов. Проектирование и надёжность лазерных комплексов специального назначения. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 3 экз.
2. Дж. Гауэр. Оптические системы связи. М.: Радио и связь, 1989, 1 экз.
3. Применение методов фурье-оптики. М.: Радио и связь, 1988, 0 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.

### 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. Лабораторные занятия:**

1. Установка для изучения жидких кристаллов и акустооптического модулятора;
2. Установка для исследования полупроводниковых лазеров;
3. Установка для изучения атмосферной линии связи;
4. Установка для изучения поляризации света и электрооптического модулятора;
5. Установка для исследования интерференции, дифракции и оптической обработки сигнала (оптическое Фурье-преобразование);
6. Matlab 2015a SP1;
7. Mathcad Prime 3.1.

### **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 **вариативной части по выбору студента блока 1** программы подготовки по направлению **11.05.02 Специальные радиотехнические системы**. 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-4 способность разрабатывать структурные и функциональные схемы специальных радиотехнических систем, принципиальные схемы устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений.

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**:

**Текущая аттестация** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- вопросы для текущего контроля;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР;
- вопросы к дифференцированному зачету.

**Рубежная аттестация** студентов производится по итогам половины семестра в следующих формах:

- вопросы для текущего контроля;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 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.
<b>Раздел 1. Основные понятия и определения дисциплины.</b>		
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) В. А. Борейшо, Л. Б. Кочин. Электронные компоненты лазерной техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1) А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов. Лазеры: применения и приложения: СПб.: Лань, 2016 (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)	4
Итого по разделу 1		4
<b>Раздел 2. Физические основы оптической обработки информации.</b>		
Подготовка к лабораторной работе 1	Применение методов фурье-оптики: М.: Радио и связь, 1988 (1-2)	5
1. Понятие изображения. Предварительная и вторичная обработка изображений. Системы обработки изображений: оптико-		6

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.	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
<b>Раздел 3. Физические принципы оптической когерентной обработки изображений.</b>		
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) А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов. Лазеры: применения и приложения: СПб.: Лань, 2016 (1-3) В. А. Борейшо, Л. Б. Кочин. Электронные компоненты лазерной техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-3)	8
Итого по разделу 3		8
<b>Раздел 4. Оптическое преобразование Фурье и пространственная фильтрация.</b>		
Подготовка к лабораторной работе 2	Л. Б. Кочин. Лазерные системы обработки и передачи информации: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1-2)	6
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. 4.4. 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	8

	"ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (1-2)	
Итого по разделу 4		14
<b>Раздел 5. Голография и ее приложения.</b>		
Подготовка к лабораторной работе	Применение методов фурье- оптики: М.: Радио и связь, 1988 (2.3,11) Л. Б. Кочин.	5
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	Оптические системы обработки информации: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (3-5)	6
Итого по разделу 5		11
<b>Раздел 6. Способы модуляции лазерного излучения.</b>		
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	Л. Б. Кочин. Оптические системы обработки информации: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (1-4) В. А. Борейшо, Л. Б. Кочин. Электронные компоненты лазерной техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-3)	8
Подготовка к лабораторной работе		7
Итого по разделу 6		15
<b>Раздел 7. Акустооптические системы обработки информации.</b>		
1. Акустооптические спектроанализаторы радиосигналов. 2. Акустооптические корреляторы радиосигналов. 3. Перестраиваемые акустооптические фильтры и спектрометры на их основе	В. В. Клуздин. Акустооптические устройства обработки сигналов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1997 (1-3) В. А. Борейшо, Л. Б. Кочин. Электронные компоненты лазерной техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-3)	4
Подготовка к лабораторной работе		4
Итого по разделу 7		8
<b>Раздел 8. Гибридные оптико-электронные системы обработки информации.</b>		
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
<b>Раздел 9. Открытые оптические системы передачи информации.</b>		
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) Л. Б. Кочин. Оптические системы обработки информации: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (1-4) В. А. Борейшо, Л. Б. Кочин. Электронные компоненты лазерной техники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (1-3)	7
Итого по разделу 9		7
<b>Раздел 10. Волоконно-оптические системы.</b>		
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	В. Г. Нсчаев. Оптико-волоконные системы связи: Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003 (1-3) О. К. Скляров. Волоконно-оптические сети и системы связи: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (1-3)	6
Самостоятельная подготовка и оформление и анализ отчетов по лабораторным работам		3
Итого по разделу 10		9

## **ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

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

- вопросы для текущего контроля;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- дифференцированный зачет.

### **Критерии оценивания**

#### **Вопросы для текущего контроля**

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

#### **Лабораторная работа**

Допуск к лабораторной работе, каждая позиция оценивается максимально 3 балла:

- степень готовности протокола (не менее 2 баллов);
- понимание исследуемого явления (не менее 2 баллов);
- понимание цели работы (3 балла);
- ответы на контрольные вопросы (3 балла).

#### **Отчет по ЛР**

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов.

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от max до min являются:

- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной обработки результатов измерений.

Защита ЛР предусматривает обсуждение порядка решения предусмотренных ее тематикой задач, включая проверку усвоения студентом соответствующих сведений из теории.

#### **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**

Допуском 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	Лабораторный практикум		ПСК-4	
5	9	Раздел 1. Основные понятия и определения дисциплины.	6	2	2	0	4	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 2. Физические основы оптической обработки информации.	17	6	4	2	11	10	Лабораторная работа
5	9	Раздел 3. Физические принципы оптической когерентной обработки изображений.	12	4	4	0	8	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 4. Оптическое преобразование Фурье и пространственная фильтрация.	24	10	4	6	14	10	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
5	9	Раздел 5. Голография и ее приложения.	17	6	4	2	11	10	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
5	9	Раздел 6. Способы модуляции лазерного излучения.	23	8	4	4	15	10	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
5	9	Раздел 7. Акустооптические системы обработки информации.	12	4	2	2	8	10	Лабораторная работа, Отчет по ЛР
5	9	Раздел 8. Гибридные оптико-электронные системы обработки информации.	8	2	2	0	6	10	Отчет по ЛР, Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 9. Открытые оптические системы передачи информации.	11	4	4	0	7	10	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 10. Волоконно-оптические системы.	14	5	4	1	9	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Отчет по ЛР
Всего за 9 семестр			144	51	34	17	93	100	
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100	