

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 | Заочная |
| 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 | |
| 1 | 1 | 3 | 108 | 4 | 4 | 0 | 0 | 104 | 0 | 0 | 104 | 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: 2023

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

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: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

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 |
| | | | | | | | | | | |
| 1 | 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. | 8 | 4 | 4 | 4 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 1 | 1 | 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. | 16 | 0 | 0 | 16 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 1 | 1 | 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. | 16 | 0 | 0 | 16 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 1 | 1 | 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 | 0 | 0 | 12 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 1 | 1 | 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. | 12 | 0 | 0 | 12 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 1 | 1 | 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 | 0 | 0 | 12 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 1 | 1 | Раздел 7. Акустооптические системы обработки информации. 1. Акустооптические спектроанализаторы радиосигналов. 2. Акустооптические корреляторы радиосигналов. 3. Перестраиваемые акустооптические фильтры и спектрометры на их основе. | 8 | 0 | 0 | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 1 | 1 | 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. | 12 | 0 | 0 | 12 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 1 | 1 | 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 | 0 | 0 | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 1 | 1 | 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. | 4 | 0 | 0 | 4 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Всего за 1 семестр | | | 108 | 4 | 4 | 104 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Всего по дисциплине | | | 108 | 4 | 4 | 104 | 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 | 4 |
| 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. | 16 |
| 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. | 16 |
| 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 | 12 |
| 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 | 12 |
| 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 | 12 |
| 7 | Раздел 7. Акустооптические системы обработки информации. | 1. Акустооптические спектроанализаторы радиосигналов. 2. Акустооптические корреляторы радиосигналов. 3. Перестраиваемые акустооптические фильтры и спектрометры на их основе | 8 |
| 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 | 12 |
| 9 | Раздел 9. | 1. Понятие открытой оптической системы, классификация и | 8 |

| | | | |
|---------------------------|--|--|-----|
| | 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 | 4 |
| Всего за 1 семестр | | | 104 |

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 |
| 1 | ТекК | | | | ТекК | 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 (**4 ч.**), самостоятельная работа студента (**104 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 4 ч. аудиторных занятий, и 104 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) 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 |
| 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 | 16 |

| | | |
|--|---|----|
| 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) 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) А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов. . Лазеры: применения и приложения: СПб.: Лань, 2016 (1-2) | |
| Итого по разделу 2 | | 16 |
| 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) 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) | 16 |
| Итого по разделу 3 | | 16 |
| 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 | Л. Б. Кочин. . Оптические системы обработки информации: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (1-2) . Применение методов фурье-оптики: М.: Радио и связь, 1988 (1-2) Л. Б. Кочин. . Лазерные системы | 12 |

| | | |
|--|--|----|
| | обработки и передачи информации: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (1-2) | |
| Итого по разделу 4 | | 12 |
| 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) | 12 |
| Итого по разделу 5 | | 12 |
| 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 | 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) | 12 |
| Итого по разделу 6 | | 12 |
| 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) | 8 |
| Итого по разделу 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 | . Применение методов фурье-оптики: М.: Радио и связь, 1988 (4-5) | 12 |
| Итого по разделу 8 | | 12 |
| 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) | 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) | 4 |
| Итого по разделу 10 | | 4 |

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

На зачете студенту предлагается тест из 10 вопросов. Если даны правильные ответы на 6 вопросов выставляется оценка «удовлетворительно», если даны правильные ответы на 8 вопросов выставляется оценка «хорошо» Если даны правильные ответы на 10 вопросов выставляется оценка «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 | |
| | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | Раздел 1. Основные понятия и определения дисциплины. | 8 | 4 | 4 | 4 | 10 | 10 | 10 | 10 | Вопросы для текущего контроля |
| 1 | 1 | Раздел 2. Физические основы оптической обработки информации. | 16 | 0 | 0 | 16 | 10 | 10 | 10 | 10 | Вопросы для текущего контроля |
| 1 | 1 | Раздел 3. Физические принципы оптической когерентной обработки изображений. | 16 | 0 | 0 | 16 | 10 | 10 | 10 | 10 | Вопросы для текущего контроля |
| 1 | 1 | Раздел 4. Оптическое преобразование Фурье и пространственная фильтрация. | 12 | 0 | 0 | 12 | 10 | 10 | 10 | 10 | Вопросы для текущего контроля |
| 1 | 1 | Раздел 5. Голография и ее приложения. | 12 | 0 | 0 | 12 | 10 | 10 | 10 | 10 | Вопросы для текущего контроля |
| 1 | 1 | Раздел 6. Способы модуляции лазерного излучения. | 12 | 0 | 0 | 12 | 10 | 10 | 10 | 10 | Вопросы для текущего контроля |
| 1 | 1 | Раздел 7. Акустооптические системы обработки информации. | 8 | 0 | 0 | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 | Вопросы для текущего контроля |
| 1 | 1 | Раздел 8. Гибридные оптико-электронные системы обработки информации. | 12 | 0 | 0 | 12 | 10 | 10 | 10 | 10 | Вопросы для текущего контроля |

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|---|-----|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| 1 | 1 | Раздел 9. Открытые оптические системы передачи информации. | 8 | 0 | 0 | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 | Вопросы для текущего контроля |
| 1 | 1 | Раздел 10. Волоконно- оптические системы. | 4 | 0 | 0 | 4 | 10 | 10 | 10 | 10 | Вопросы к дифференцированному зачету, Вопросы для текущего контроля |
| Всего за 1 семестр | | | 108 | 4 | 4 | 104 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| Всего по дисциплине | | | 108 | 4 | 4 | 104 | 100 | 100 | 100 | 100 | |