

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Лазерная и оптическая измерительная электроника

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ГОЛОГРАФИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>1 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>1 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>1 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 93,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Тестирование</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Дискуссия</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>1 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2022**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Янина Г. М.
	Идентификатор	R43dc2643-YaninaGM-5869d50b

Г.М. Янина

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6

Н.М.  
Скорнякова

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6

Н.М.  
Скорнякова

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение основ методов и средств голографической обработки оптической информации.

### Задачи дисциплины

- Формирование и закрепление навыков по применению приемов аналоговой обработки оптических сигналов и голографии для нужд квантовой электроники..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Знает методы синтеза и исследования моделей	знать: - Принципы пространственной фильтрации оптического сигнала; - Общие принципы работы и применения голографических методов и систем.
ПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Умеет адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования	уметь: - Анализировать эффективность голографического метода для решения конкретной технической задачи; - Анализировать результаты исследований и оформить их с помощью программного обеспечения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Лазерная и оптическая измерительная электроника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные свойства электромагнитного излучения оптического диапазона длин волн
- знать основы векторной алгебры и математического анализа
- уметь применять навыки решения задач векторной алгебры и математического анализа

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Аналоговая обработка оптической информации	56	1	20	8	-	-	-	-	-	-	28	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Аналоговая обработка оптической информации"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Аналоговая обработка оптической информации" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Аналоговая обработка оптической информации и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Аналоговая обработка оптической информации"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 4-9, 18-24, 26-31, 39-41, 66-70, 75-86 [3], 4-18</p>
1.1	Задачи аналоговой обработки оптической информации	8		4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
1.2	Характеристики схем получения голограмм	20		8	4	-	-	-	-	-	-	8	-	
1.3	Характеристики регистрирующих материалов	10		2	-	-	-	-	-	-	-	8	-	
1.4	Основы аналоговой обработки оптической информации	18		6	4	-	-	-	-	-	-	8	-	

														[4], 63-65, 71-73, 133-155, 236-246, 299-307 [5], 14-19, 35-38 [6], 19-38
2	Аналоговая фильтрация	52	12	8	-	-	-	-	-	-	-	32	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Аналоговая фильтрация"
2.1	Согласованная фильтрация. Распознавание образов и выделение сигналов на фоне помех	18	6	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Аналоговая фильтрация" материалу.
2.2	Передача изображений через искажающую среду.	16	2	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Аналоговая фильтрация" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Аналоговая фильтрация и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Аналоговая фильтрация" <b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходим провести обзор литературных источников по
2.3	Голографический способ записи цифровой информации	18	4	4	-	-	-	-	-	-	-	10	-	

														выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: - Голографическое кино и телевидение - Системы голографической памяти - Голография в криминалистике - Голография в медицине - Голография в военном деле - Голографическая интерферометрия - Голографические системы защиты и хранения информации <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 42-54 [2], 150-157 [3], 19-31
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	Всего за семестр	144.0	32	16	-	-	2	-	-	0.5	60	33.5		
	Итого за семестр	144.0	32	16	-	2	-	-	0.5	93.5				

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Аналоговая обработка оптической информации

##### 1.1. Задачи аналоговой обработки оптической информации

Виды обработки. Основы аналоговой оптической обработки информации. Физические основы когерентной обработки оптической информации и голография. Пространственно-частотный анализ изображений в схеме с наклонной опорной волной. Структура восстановленного поля..

##### 1.2. Характеристики схем получения голограмм

Голография Фурье. Оптические системы, выполняющие преобразование Фурье. Действие астигматической оптической системы. Голография Фурье-Фраунгофера и Фурье-Френеля: схемы регистрации и восстановления, структура изображений..

##### 1.3. Характеристики регистрирующих материалов

Модуляционно-передаточная функция. Влияние частотно-контрастной характеристики фотоматериалов на качество изображения..

##### 1.4. Основы аналоговой обработки оптической информации

Оптическая система как фильтр пространственных частот. Методы пространственной фильтрации. Многоканальный оптический анализатор спектра. Реализация операции свертки оптических сигналов. Когерентный аналоговый оптический процессор..

#### 2. Аналоговая фильтрация

2.1. Согласованная фильтрация. Распознавание образов и выделение сигналов на фоне помех

Изготовление фильтров. Выделение сигнала на фоне помех методом автокорреляции. Метод производной при распознавании одномерных и двумерных образов..

##### 2.2. Передача изображений через искажающую среду.

Выполнение математических операций оптическими методами: операций амплитудного умножения, деления, сложения, вычитания, дифференцирования и интегрирования функций. Когерентная оптическая обработка..

##### 2.3. Голографический способ записи цифровой информации

Голографические и оптические запоминающие устройства. Схема ОГЗУ с адресуемым лазерным лучом. Массовые ГЗУ, архивные ГЗУ. Дефлекторы. Основные характеристики ГЗУ – плотность хранения информации, емкость блока памяти, быстродействие..

### **3.3. Темы практических занятий**

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Изучение голографии Фурье;
2. Изучение пространственной фильтрации;
3. Выполнение математических операций оптическими методами;
4. Исследование спекл-структуры.

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Аналоговая обработка оптической информации"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Аналоговая фильтрация"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)		Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	
<b>Знать:</b>				
Общие принципы работы и применения голографических методов и систем	ИД-1ПК-2	+		Тестирование/Тест по разделу «Свойства голограмм»
Принципы пространственной фильтрации оптического сигнала	ИД-1ПК-2	+	+	Контрольная работа/Контрольная работа №2 «Схемы оптической обработки информации»
<b>Уметь:</b>				
Анализировать результаты исследований и оформить их с помощью программного обеспечения	ИД-2ПК-2	+	+	Контрольная работа/Контрольная работа №1 «Схемы голографии и их особенности»
Анализировать эффективность голографического метода для решения конкретной технической задачи	ИД-2ПК-2	+	+	Дискуссия/Защита лабораторных работ по курсу

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **1 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 «Схемы голографии и их особенности» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 «Схемы оптической обработки информации» (Контрольная работа)
3. Тест по разделу «Свойства голограмм» (Тестирование)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Защита лабораторных работ по курсу (Дискуссия)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

#### Экзамен (Семестр №1)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Голографические оптические элементы и системы / Рос. акад. наук. Научный совет по проблеме 'Голография', Акад. наук СССР. Физико-технический ин-т им. А.Ф. Иоффе ; Ред. Ю. Н. Денисюк . – СПб. : Наука, 1994 . – 133 с. - ISBN 5-02-024666-2 : 1350.00 .;
2. Янина, Г. М. Оптическая обработка информации. Лабораторный практикум : учебное пособие по курсу "Методы средства обработки оптической информации" по направлению "Электроника и микроэлектроника" / Г. М. Янина, Е. В. Зелепукина, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2010 . – 32 с. - ISBN 978-5-383-00550-7 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=1959>;
3. Акаев, А. А. Оптические методы обработки информации / А. А. Акаев, С. А. Майоров . – М. : Высшая школа, 1988 . – 237 с.;
4. Ахманов, С. А. Физическая оптика : учебник для вузов по направлению и специальности "Физика" / С. А. Ахманов, С. Ю. Никитин, Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова (МГУ) . – 2-е изд . – Москва : Изд-во МГУ : Наука, 2004 . – 656 с. – (Классический университетский учебник) . - ISBN 5-211-04858-X . - ISBN 5-02-033596-X .;
5. Кольер, Р. Оптическая голография : пер. с англ. / Р. Кольер, К. Беркхарт, Л. Лин . – М. : Мир, 1973 . – 686 с.;
6. Дуденкова В. В.- "Оптическая голография", Издательство: "ННГУ им. Н. И. Лобачевского", Нижний Новгород, 2015 - (55 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/152998>.

## **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. MathCad;
4. Майнд Видеоконференции.

## **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Журналы American Chemical Society - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
12. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
13. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
14. База данных издательства Annual Reviews Science Collection - <https://www.annualreviews.org/>
15. База данных Association for Computing Machinery Digital Library - <https://dl.acm.org/about/content>
16. Журналы издательства Cambridge University Press - <https://www.cambridge.org/core>
17. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
18. База данных Computers & Applied Sciences Complete (CASC) - <http://search.ebscohost.com>
19. База данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing - <http://search.ebscohost.com>
20. Журналы Institute of Physics (IOP), Великобритания - <https://iopscience.iop.org/>
21. Журналы научного общества Optical Society of America (OSA) - <https://www.osapublishing.org/about.cfm>
22. Патентная база Orbit Intelligence компании Questel - <https://www.orbit.com/>
23. Журналы издательства Oxford University Press - <https://academic.oup.com/journals/>
24. База данных диссертаций ProQuest Dissertations and Theses Global - <https://search.proquest.com/pqdtglobal/index>
25. Журналы Журналы Royal Society of Chemistry - <https://pubs.rsc.org/>
26. Журналы издательства SAGE Publication (Sage) - <https://journals.sagepub.com/>
27. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
28. Журналы научного общества Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Digital Library - <https://www.spiedigitallibrary.org/>
29. Коллекция журналов Taylor & Francis Group - <https://www.tandfonline.com/>
30. Журналы по химии Thieme Chemistry Package компании Georg Thieme Verlag KG - <https://www.thieme-connect.com/products/all/home.html>
31. Журналы издательства Wiley - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
32. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
33. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>

34. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
35. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
36. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
37. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
38. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
39. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru>;  
<http://docs.cntd.ru/>
40. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
41. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
42. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-205, Учебная лаборатория "Квантовая и оптическая электроника"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	А-205, Учебная лаборатория "Квантовая и оптическая электроника"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	А-205, Учебная лаборатория "Квантовая и оптическая электроника"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
	А-111/1, Компьютерный класс каф. Физики	стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, мультимедийный проектор, доска маркерная, колонки, компьютер персональный
	А-111/2, Компьютерный класс каф. Физики	стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, компьютер персональный, принтер

Помещения для консультирования	А-201/1, Кабинет сотрудников каф. Физики	стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Б-101/1, Склад каф. Физики им. В.А. Фабриканта	стеллаж для хранения инвентаря, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, книги, учебники, пособия

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Голографические системы**

(название дисциплины)

**1 семестр****Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Тест по разделу «Свойства голограмм» (Тестирование)  
 КМ-2 Контрольная работа №1 «Схемы голографии и их особенности» (Контрольная работа)  
 КМ-3 Контрольная работа №2 «Схемы оптической обработки информации» (Контрольная работа)  
 КМ-4 Защита лабораторных работ по курсу (Дискуссия)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Аналоговая обработка оптической информации					
1.1	Задачи аналоговой обработки оптической информации					+
1.2	Характеристики схем получения голограмм		+	+	+	+
1.3	Характеристики регистрирующих материалов			+		+
1.4	Основы аналоговой обработки оптической информации			+	+	+
2	Аналоговая фильтрация					
2.1	Согласованная фильтрация. Распознавание образов и выделение сигналов на фоне помех			+	+	+
2.2	Передача изображений через искажающую среду.			+		
2.3	Голографический способ записи цифровой информации					+
Вес КМ, %:			10	20	20	50