

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

---

Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Лазерная и оптическая измерительная электроника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЦИФРОВАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

<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.01.12</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>7 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 28 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>7 семестр - 14 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>7 семестр - 24 часа;</b>
<b>Консультации</b>	<b>7 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7 семестр - 111,5 часов;</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>Контрольная работа</b> <b>Семинар</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>7 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Поройков А.Ю.
	Идентификатор	R50de0749-PoroykovAY-558a93cf

(подпись)

А.Ю. Поройков

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

Н.М.

Скорнякова

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

Н.М.

Скорнякова

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение основ получения цифровых изображений, теории компьютерной обработки изображений, алгоритмов обработки и их реализаций на языках программирования.

### Задачи дисциплины

- изучение теоретических основ компьютерной обработки изображений;
- приобретение навыка реализации основных алгоритмов обработки изображений на языках программирования;
- приобретение навыка принятия и обоснования конкретных технических решений при разработке алгоритмов автоматизированной каскадной фильтрации и обработки изображений.

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-1 Способен осуществлять техническое управление разработкой проектов квантовооптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства	ИД-3ПК-1 Проведение технических расчетов, функциональный анализ проекта квантовооптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства	знать: - общую характеристику процесса компьютерной фильтрации и обработки изображений в пространственной области; - общую характеристику процесса компьютерной фильтрации и обработки изображений в частотной области.  уметь: - выбирать и применять методы компьютерной фильтрации двухмерных последовательностей для реализации алгоритмов обработки изображений с учетом поставленных задач.
ПК-1 Способен осуществлять техническое управление разработкой проектов квантовооптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства	ИД-5ПК-1 Разработка нормативно-технической документации для проектов квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства	знать: - общие параметры приемных систем на основе ПЗС и КМОП матриц.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Лазерная и оптическая измерительная электроника (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ 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	Приемные системы на основе ПЗС и КМОП матриц	20	7	4	4	2	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 85-124 [3], 37-45 [7], 85-124
1.1	Приемные системы на основе ПЗС и КМОП матриц	20		4	4	2	-	-	-	-	-	10	-	
2	Применение языков программирования для обработки данных	38		6	8	4	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [6], 4-34
2.1	Применение языков программирования для обработки данных	38		6	8	4	-	-	-	-	-	20	-	
3	Методы фильтрации изображений	70		14	12	6	-	-	-	-	-	38	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 131-219, 282-323 [2], 187-204 [3], 175-207 [7], 131-219, 282-323
3.1	Градационные методы фильтрации изображений	22		4	4	2	-	-	-	-	-	12	-	
3.2	Пространственные методы фильтрации изображений	26		6	4	2	-	-	-	-	-	14	-	
3.3	Спектральные методы фильтрации изображений	22		4	4	2	-	-	-	-	-	12	-	
4	Алгоритмы быстрого преобразования Фурье	16		4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	
4.1	Алгоритмы быстрого преобразования Фурье	16		4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 293-322 [4], 301-308 [5], 13-31, 128-141

														[7], 293-322
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	Всего за семестр	180.0	28	24	14	-	2	-	-	0.5	78	33.5		
	Итого за семестр	180.0	28	24	14	2	-	-	-	0.5	111.5			

**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. Приемные системы на основе ПЗС и КМОП матриц

##### 1.1. Приемные системы на основе ПЗС и КМОП матриц

Физические принципы работы ПЗС и КМОП матриц. Основные параметры цифровых видеокамер. Современные модификации светочувствительных матриц. Особенности формирования изображений матричными приемниками..

#### 2. Применение языков программирования для обработки данных

##### 2.1. Применение языков программирования для обработки данных

Основы языка Python. Основные типы данных. Основные операторы языка. Реализация процедурного подхода к программированию на Python. Реализация объектно-ориентированного подхода к программированию на Python..

#### 3. Методы фильтрации изображений

##### 3.1. Градационные методы фильтрации изображений

Общие сведения о пространственных методах обработки изображений. Градационные преобразования. Основные функции градационных преобразований. Гистограмма цифрового изображения. Эквиализация гистограммы..

##### 3.2. Пространственные методы фильтрации изображений

Механизм пространственной фильтрации. Фильтрация сверткой. Сглаживающие пространственные фильтры. Пространственные фильтры повышения резкости..

##### 3.3. Спектральные методы фильтрации изображений

Общие сведения о частотных методах обработки изображений. Связь пространственной и частотной фильтрации изображений. Двумерное преобразование Фурье. Свойства двумерного преобразования Фурье. Алгоритм преобразования изображений в частотной области. Сглаживающие частотные фильтры. Частотные фильтры повышения резкости..

#### 4. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье

##### 4.1. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье

Алгоритмы быстрого преобразования Фурье Кули-Тьюки по основанию 2..

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

1. Применение языков программирования для обработки данных;
2. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье;
3. Градационные методы фильтрации изображений;
4. Пространственные методы фильтрации изображений;
5. Спектральные методы фильтрации изображений;
6. Приемные системы на основе ПЗС и КМОП матриц.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Регистрация цифровых изображений с помощью ПЗС и КМОП камер;
2. Основы реализации алгоритмов обработки изображений на языке программирования Python;
3. Основы реализации алгоритмов обработки данных на языке программирования

Python;

4. Исследование спектральной фильтрации;
5. Фильтрация с применением свертки;
6. Программа фильтрации изображений.

### **3.5 Консультации**

### **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	3	4	
<b>Знать:</b>						
общую характеристику процесса компьютерной фильтрации и обработки изображений в частотной области	ИД-3ПК-1			+	+	Контрольная работа/Контрольная работа №3
общую характеристику процесса компьютерной фильтрации и обработки изображений в пространственной области	ИД-3ПК-1	+				Контрольная работа/Контрольная работа №1
общие параметры приемных систем на основе ПЗС и КМОП матриц	ИД-5ПК-1			+		Контрольная работа/Контрольная работа №2
<b>Уметь:</b>						
выбирать и применять методы компьютерной фильтрации двумерных последовательностей для реализации алгоритмов обработки изображений с учетом поставленных задач	ИД-3ПК-1		+	+		Семинар/Защита лабораторных работ

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

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

**7 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №3 (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ (Семинар)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №7)*

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 7 семестр.

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

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

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

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений : пер. с англ. / Р. Гонсалес, Р. Вудс . – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Техносфера, 2012 . – 1104 с. – (Мир цифровой обработки) . - ISBN 978-5-94836-331-8 .;
2. Яне, Б. Цифровая обработка изображений : пер. с англ. / Б. Яне . – М. : Техносфера, 2007 . – 584 с. + CD-ROM . – (Мир цифровой обработки) . - ISBN 978-5-948361-22-2 .;
3. Шапиро, Л. Компьютерное зрение = Computer vision : учебное пособие для вузов по специальности "Прикладная информатика (в областях)" : пер. с англ. / Л. Шапиро, Дж. Стокман ; ред. С. М. Соколов . – 3-е изд. (электронное) . – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015 . – 763 с. – (Лучший зарубежный учебник) . - ISBN 978-5-9963-3003-4 .;
4. Методы компьютерной обработки изображений : Учебное пособие для вузов по направлению "Прикладная математика" / М. В. Гашников, и др. ; Ред. В. А. Сойфер . – 2-е изд., испр. – М. : Физматлит, 2003 . – 784 с. - ISBN 5-922102-70-2 .;
5. Блейхут, Р. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов : пер. с англ. / Р. Блейхут . – М. : Мир, 1989 . – 448 с.;
6. Поройков, А. Ю. Основы обработки оптических изображений в библиотеке OpenCV : учебное пособие по курсу "Компьютерная обработка изображений" по направлению 11.04.04 "Электроника и нанoeлектроника" / А. Ю. Поройков, Ю. В. Иванова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 60 с. - ISBN 978-5-7046-2122-5 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10798](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10798);

7. Гонсалес Р., Вудс Р.- "Цифровая обработка изображений", (3-е изд., испр. и доп.),  
Издательство: "Техносфера", Москва, 2012 - (1104 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=73514](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73514).

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

1. СДО "Прометей";
2. Майнд Видеоконференции;
3. Python;
4. Visual Studio Community.

### **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>
43. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
44. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
45. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	А-205, Учебная лаборатория "Квантовая и оптическая электроника"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	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	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	А-201/1, Кабинет	стол, стул, шкаф для документов,

консультирования	сотрудников каф. Физики	шкаф для одежды, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Б-101/1, Склад каф. Физики им. В.А. Фабриканта	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Цифровая фильтрация изображений

(название дисциплины)

## 7 семестр

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

КМ-1 Контрольная работа №1 (Контрольная работа)

КМ-2 Контрольная работа №2 (Контрольная работа)

КМ-3 Контрольная работа №3 (Контрольная работа)

КМ-4 Защита лабораторных работ (Семинар)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Приемные системы на основе ПЗС и КМОП матриц					
1.1	Приемные системы на основе ПЗС и КМОП матриц		+			
2	Применение языков программирования для обработки данных					
2.1	Применение языков программирования для обработки данных					+
3	Методы фильтрации изображений					
3.1	Градационные методы фильтрации изображений			+		+
3.2	Пространственные методы фильтрации изображений			+		+
3.3	Спектральные методы фильтрации изображений				+	+
4	Алгоритмы быстрого преобразования Фурье					
4.1	Алгоритмы быстрого преобразования Фурье				+	
Вес КМ, %:			10	30	20	40