

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

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.01.13
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	7 семестр - 32 часа;
Практические занятия	7 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	7 семестр - 32 часа;
Консультации	7 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	7 семестр - 97,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Семинар	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	7 семестр - 0,5 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

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

А.Ю. Поройков

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74bf

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-67f74bf

Н.М.
Скорнякова

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
РПК-1 Способен участвовать в постановке и решении задач цифровизации в своей профессиональной области	ИД-1 _{РПК-1} Знает элементы и системы цифровой электроники в области своей профессиональной деятельности	знать: - общие параметры приемных систем на основе ПЗС и КМОП матриц.
РПК-1 Способен участвовать в постановке и решении задач цифровизации в своей профессиональной области	ИД-2 _{РПК-1} Владеет навыками постановки и решения задач цифровизации в области своей профессиональной деятельности	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.

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	21	7	5	6	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 85-124 [3], 37-45 [7], 85-124
1.1	Приемные системы на основе ПЗС и КМОП матриц	21		5	6	2	-	-	-	-	-	8	-	
2	Применение языков программирования для обработки данных	34		6	8	4	-	-	-	-	-	16	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [6], 4-34
2.1	Применение языков программирования для обработки данных	34		6	8	4	-	-	-	-	-	16	-	
3	Методы фильтрации изображений	72		16	18	6	-	-	-	-	-	32	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 131-219, 282-323 [2], 187-204 [3], 175-207 [7], 131-219, 282-323
3.1	Градационные методы фильтрации изображений	23		5	6	2	-	-	-	-	-	10	-	
3.2	Пространственные методы фильтрации изображений	26		6	6	2	-	-	-	-	-	12	-	
3.3	Спектральные методы фильтрации изображений	23		5	6	2	-	-	-	-	-	10	-	
4	Алгоритмы быстрого преобразования Фурье	17		5	-	4	-	-	-	-	-	8	-	
4.1	Алгоритмы быстрого преобразования Фурье	17		5	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [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	32	32	16	-	2	-	-	0.5	64	33.5		
	Итого за семестр	180.0	32	32	16	2	-	-	-	0.5	97.5			

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

3.4. Темы лабораторных работ

1. Фильтрация с применением свертки;
2. Программа фильтрации изображений;
3. Основы реализации алгоритмов обработки изображений на языке программирования Python;

4. Исследование спектральной фильтрации;
5. Регистрация цифровых изображений с помощью ПЗС и КМОП камер;
6. Основы реализации алгоритмов обработки данных на языке программирования Python.

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	
Знать:						
общие параметры приемных систем на основе ПЗС и КМОП матриц	ИД-1 _{РПК-1}			+		Контрольная работа/Контрольная работа №2
общую характеристику процесса компьютерной фильтрации и обработки изображений в частотной области	ИД-2 _{РПК-1}			+	+	Контрольная работа/Контрольная работа №3
общую характеристику процесса компьютерной фильтрации и обработки изображений в пространственной области	ИД-2 _{РПК-1}	+				Контрольная работа/Контрольная работа №1
Уметь:						
выбирать и применять методы компьютерной фильтрации двумерных последовательностей для реализации алгоритмов обработки изображений с учетом поставленных задач	ИД-2 _{РПК-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/elib/view.php?id=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.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
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
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 (ИОП), 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/](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	А-111/2,	стол компьютерный, стул, шкаф для

самостоятельной работы	Компьютерный класс каф. Физики	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

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