

**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**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Цифровая фильтрация изображений**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

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)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен осуществлять техническое управление разработкой проектов квантовооптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства

ИД-1 Анализ исходных требований к разрабатываемому проекту квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства

ИД-2 Техническое управление разработкой и выпуском проектной конструкторской документации для проектов квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства

ИД-6 Разработка технических заданий на разработку квантово-оптических систем в целом и их составных частей, эскизных и технических проектов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

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)

## БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	14
Приемные системы на основе ПЗС и КМОП матриц					
Приемные системы на основе ПЗС и КМОП матриц		+			
Применение языков программирования для обработки данных					
Применение языков программирования для обработки данных					+
Методы фильтрации изображений					

Градациионные методы фильтрации изображений		+		+
Пространственные методы фильтрации изображений		+		+
Спектральные методы фильтрации изображений			+	+
Алгоритмы быстрого преобразования Фурье				
Алгоритмы быстрого преобразования Фурье			+	
Вес КМ:	10	30	20	40

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Анализ исходных требований к разрабатываемому проекту квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства	Знать: общую характеристику процесса компьютерной фильтрации и обработки изображений в частотной области	Контрольная работа №3 (Контрольная работа)
ПК-1	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Техническое управление разработкой и выпуском проектной конструкторской 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 Уметь: выбирать и применять методы компьютерной фильтрации двумерных последовательностей для реализации алгоритмов обработки изображений с учетом поставленных задач	Контрольная работа №1 (Контрольная работа) Защита лабораторных работ (Семинар)
ПК-1	ИД-6 <sub>ПК-1</sub> Разработка технических заданий на	Знать: общую характеристику	Контрольная работа №2 (Контрольная работа)

	разработку квантово-оптических систем в целом и их составных частей, эскизных и технических проектов	процесса компьютерной фильтрации и обработки изображений в пространственной области	
--	--	---	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Контрольная работа №1

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту выдается индивидуальное задание на 2 академических часа.

#### Краткое содержание задания:

- 1) Сравнение ПЗС и КМОП матриц.
- 2) Основные параметры цифровых видеокамер. Отношение сигнал/шум.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: общие параметры приемных систем на основе ПЗС и КМОП матриц	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Физические принципы работы ПЗС-матрицы.</li><li>2.КМОП матрица, преимущества перед ПЗС матрицами.</li><li>3.Сравнение ПЗС и КМОП матриц.</li><li>4.Основные параметры цифровых видеокамер. Формат матрицы.</li><li>5.Основные параметры цифровых видеокамер. Разрешение матрицы.</li><li>6.Основные параметры цифровых видеокамер. Чувствительность.</li><li>7.Основные параметры цифровых видеокамер. Отношение сигнал/шум.</li><li>8.Важные характеристики камер.</li><li>9.Современные модификации светочувствительных матриц.</li><li>10.Дискретизация и квантование при формировании цифрового изображения.</li></ol>
--	--

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме и преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка «хорошо» выставляется если в работе имеются отдельные ошибки либо задание выполнено не в полном объеме*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка «удовлетворительно» выставляется если в работе имеются существенные ошибки либо задание выполнено не в полном объеме*

## КМ-2. Контрольная работа №2

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту выдается индивидуальное задание на 2 академических часа.

### Краткое содержание задания:

- 1) Градационные преобразования. Логарифмическое преобразование, примеры применения.
- 2) Пространственные фильтры повышения резкости. Виды фильтров повышения резкости.

### Контрольные вопросы/задания:

Знать: общую характеристику процесса компьютерной фильтрации и обработки изображений в пространственной области	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Общие сведения о пространственной фильтрации изображений.</li><li>2. Виды пространственной фильтрации. Примеры использования различных видов.</li><li>3. Градационные преобразования. Общие сведения, назначение.</li><li>4. Градационные преобразования. Основные функции градационных преобразований.</li><li>5. Градационные преобразования. Негатив, примеры применения.</li><li>6. Градационные преобразования. Логарифмическое преобразование, примеры применения.</li><li>7. Градационные преобразования. Степенные преобразования, примеры применения.</li><li>8. Гистограмма цифрового изображения. Оценка качества изображения по гистограмме.</li><li>9. Эквиализация гистограммы.</li><li>10. Механизм пространственной фильтрации. Фильтрация сверткой.</li><li>11. Механизм пространственной фильтрации. Составление маски.</li><li>12. Сглаживающие пространственные фильтры. Примеры применения.</li><li>13. Пространственные фильтры повышения резкости. Виды фильтров повышения резкости.</li><li>14. Пространственные фильтры повышения резкости. Использование первой и второй производных.</li></ol>
---	--

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме и преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «хорошо» выставляется если в работе имеются отдельные ошибки либо задание выполнено не в полном объеме



Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «удовлетворительно» выставляется если в работе имеются существенные ошибки либо задание выполнено не в полном объеме

### КМ-3. Контрольная работа №3

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту выдается индивидуальное задание на 2 академических часа.

**Краткое содержание задания:**

- 1) Низкочастотный и высокочастотный фильтр Гаусса.
- 2) Алгоритм 4-х точечного быстрого преобразования Фурье методом Кули-Тьюки.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: общую характеристику процесса компьютерной фильтрации и обработки изображений в частотной области	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Общие сведения о частотной фильтрации изображений.</li><li>2. Виды частотной фильтрации. Примеры использования различных видов.</li><li>3. Основы частотной фильтрации.</li><li>4. Двухмерное преобразование Фурье. Свойства спектров двухмерных последовательностей.</li><li>5. Идеальные низкочастотный и высокочастотный фильтр.</li><li>6. Низкочастотный и высокочастотный фильтр Баттерворта.</li><li>7. Низкочастотный и высокочастотный фильтр Гаусса.</li><li>8. Связь частотной и пространственной фильтрации изображений.</li><li>9. Основы алгоритмов быстрого Фурье-преобразования. Алгоритм Кули-Тьюки.</li><li>10. Алгоритм 8-ми точечного быстрого преобразования Фурье методом Кули-Тьюки.</li><li>11. Алгоритм 4-х точечного быстрого преобразования Фурье методом Кули-Тьюки.</li><li>12. Алгоритм 2-х точечного быстрого преобразования Фурье методом Кули-Тьюки.</li></ol>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме и преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «хорошо» выставляется если в работе имеются отдельные ошибки либо задание выполнено не в полном объеме

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «удовлетворительно» выставляется если в работе имеются существенные ошибки либо задание выполнено не в полном объеме

#### КМ-4. Защита лабораторных работ

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Семинар

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 40

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенту выдаются задания по выполненным лабораторным работам. На подготовку к ответу отводится 45 минут.

#### Краткое содержание задания:

- 1) Описать алгоритм нахождения количества частиц на рисунке 1 в лабораторной работе №1.
- 2) Рассчитать маску для сглаживания функцией Гаусса размером 13x13.
- 3) Написать программу для проверки теоремы о свертке для одномерных последовательностей.

#### Контрольные вопросы/задания:

Уметь: выбирать и применять методы компьютерной фильтрации двумерных последовательностей для реализации алгоритмов обработки изображений с учетом поставленных задач	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Описать алгоритм нахождения количества частиц на рисунке 1 в лабораторной работе №1.</li><li>2. Рассчитать маску для сглаживания функцией Гаусса размером 13x13.</li><li>3. Реализовать алгоритм представления изображения в интегральной форме.</li><li>4. Определить наиболее оптимальный выбор рейтегов для определения калибровочных параметров камеры в лабораторной работе №4.</li><li>5. Рассчитать трехмерные координаты вершин трех рейтегов, не входящих в расчет калибровочной матрицы в лабораторной работе №4.</li><li>6. Рассчитать функцию для частотной фильтрации, соответствующей маске оператора Лапласа в пространственной области.</li><li>7. Рассчитать функцию для частотной фильтрации, соответствующей маске оператора Собеля в пространственной области.</li><li>8. Написать программу для проверки теоремы о свертке для одномерных последовательностей.</li><li>9. Написать программу для проверки теоремы о свертке для двумерных последовательностей.</li></ol>
--	--

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме и преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «хорошо» выставляется если в работе имеются отдельные ошибки либо задание выполнено не в полном объеме

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «удовлетворительно» выставляется если в работе имеются существенные ошибки либо задание выполнено не в полном объеме

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

**Пример билета**

- 1) Общие сведения о пространственной фильтрации изображений.
- 2) Низкочастотный и высокочастотный фильтр Гаусса.
- 3) Практическое задание.

**Процедура проведения**

Студентам выдается билет с двумя теоретическими вопросами и одной практической задачей. На подготовку к теоретической части отводится 1 час. После ответа на теоретическую часть, студент приступает к написанию программы на компьютере для решения практической задачи. На решение практической части отводится 30 минут.

***1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины***

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1ПК-1 Анализ исходных требований к разрабатываемому проекту квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства

**Вопросы, задания**

1. Двухмерное преобразование Фурье. Свойства спектров двухмерных последовательностей.
2. Общие сведения о частотной фильтрации изображений. Виды частотной фильтрации. Примеры использования различных видов.
3. Идеальные низкочастотный и высокочастотный фильтр.
4. Низкочастотный и высокочастотный фильтр Баттерворта.
5. Низкочастотный и высокочастотный фильтр Гаусса.
6. Основы алгоритмов быстрого Фурье-преобразования. Алгоритм Кули-Тьюки.

**Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Частотная фильтрация заключается в

Ответы:

манипулированием непосредственно над пикселями исходного изображения  
манипулированием над результатами Фурье-преобразования исходного изображения в частотной области

расчете интегрального представления исходного изображения

Верный ответ: манипулированием над результатами Фурье-преобразования исходного изображения в частотной области

2. Частотная фильтрация изображений выполняется с помощью

Ответы:

преобразования Гильберта

Z-преобразования

вейвлет-преобразования

преобразования Фурье

Верный ответ: преобразования Фурье

3. Двумерное преобразование Фурье может быть рассчитано с помощью

Ответы:

двух одномерных преобразований Фурье  
двух Z-преобразования  
трех вейвлет-преобразования  
нет правильного ответа

Верный ответ: двух одномерных преобразований Фурье

4. Наилучший результат фильтрации в частотной области достигается с помощью

Ответы:

идеального фильтра  
фильтра Баттерворта  
фильтра Гаусса

Верный ответ: фильтра Гаусса

5. Эффект “звона” на обработанных изображениях характерен для

Ответы:

идеального фильтра  
фильтра Баттерворта  
фильтра Гаусса

Верный ответ: идеального фильтра

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-1 Техническое управление разработкой и выпуском проектной конструкторской документации для проектов квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля космического пространства

### Вопросы, задания

1. Реализовать на языке программирования градиентное преобразование изображения – степенное преобразование. Привести пример работы преобразования.
2. Реализовать на языке программирования градиентное преобразование изображения – логарифмическое преобразование. Привести пример работы преобразования.
3. Реализовать на языке программирования пространственную фильтрацию изображения – скользящее среднее. Привести пример работы преобразования.
4. Реализовать на языке программирования пространственную фильтрацию изображения – оператор Собеля. Привести пример работы преобразования.
5. Физические принципы работы ПЗС-матрицы.
6. КМОП матрица, преимущества перед ПЗС матрицами.
7. Сравнение ПЗС и КМОП матриц.
8. Основные параметры цифровых видеокамер.
9. Современные модификации светочувствительных матриц.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Работа ПЗС матриц основана на

Ответы:

накоплении электронов, генерируемых внутренним фотоэффектом в кремниевой подложке

накоплении заряда в конденсаторах от массива фотодиодов

измерения тока на аноде от электронов, генерируемых внешним фотоэффектом

Верный ответ: накоплении электронов, генерируемых внутренним фотоэффектом в кремниевой подложке

2. Покадровый перенос в светочувствительной матрице позволяет

Ответы:

увеличить быстродействие матрицы

уменьшить размеры матрицы

упростить технологию изготовления матрицы

Верный ответ: увеличить быстродействие матрицы

3. Формат (размер) матрицы влияет на

Ответы:

быстродействие матрицы

поле зрения камеры

энергопотребление камеры

скорость передачи данных на персональный компьютер

Верный ответ: поле зрения камеры

4. Фильтрацию изображений можно разделить на

Ответы:

усреднение скользящим средним и повышение резкости

выделение границ оператором Кэнни и бинаризацией методом Оцу

пространственную и частотную фильтрацию

эквализацией гистограммы и градационным преобразованием негатив

Верный ответ: пространственную и частотную фильтрацию

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-бПК-1 Разработка технических заданий на разработку квантово-оптических систем в целом и их составных частей, эскизных и технических проектов

### Вопросы, задания

1. Общие сведения о пространственной фильтрации изображений.

2. Градационные преобразования. Общие сведения, назначение.

3. Градационные преобразования. Основные функции градационных преобразований. Негатив, примеры применения.

4. Градационные преобразования. Логарифмическое преобразование, примеры применения. Степенные преобразования, примеры применения.

5. Гистограмма цифрового изображения. Эквализация гистограммы.

6. Гистограмма цифрового изображения. Метод Оцу.

7. Механизм пространственной фильтрации. Фильтрация сверткой. Составление маски.

8. Механизм пространственной фильтрации. Сглаживающие пространственные фильтры. Примеры применения.

9. Пространственные фильтры повышения резкости. Виды фильтров повышения резкости. Градиент. Примеры применения.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Пространственная фильтрация заключается в

Ответы:

манипулированием непосредственно над пикселями исходного изображения

манипулированием над результатами Фурье-преобразования исходного изображения в частотной области

расчете интегрального представления исходного изображения

Верный ответ: манипулированием непосредственно над пикселями исходного изображения

2. Эквализация гистограммы

Ответы:

выделяет границы на изображении

определяет среднее значение яркости пикселя на изображении

выравнивает гистограмму на исходном изображении

Верный ответ: выравнивает гистограмму на исходном изображении

3. Метод бинаризации Оцу направлен на

Ответы:

выделения краев на изображении

автоматический выбор порога для бинаризации изображения

удаления шумов на изображении

Верный ответ: автоматический выбор порога для бинаризации изображения

4.Пороговая фильтрация позволяет

Ответы:

провести бинаризацию изображения с выбранным значением порога

выделить края на изображении

удалить шум на изображении

повысить резкость на изображении

Верный ответ: провести бинаризацию изображения с выбранным значением порога

5.Медианная фильтрация применяется для

Ответы:

выделения краев на изображении

повышения резкости на изображении

удаления шума на изображении

определения среднего значения яркости на изображении

Верный ответ: удаления шума на изображении

6.Пространственная и частотная фильтрация связаны через

Ответы:

преобразование Гильберта

теореме о свертке

Z-преобразование

вейвлет-преобразование

Верный ответ: теореме о свертке

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

### *III. Правила выставления итоговой оценки по курсу*

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