

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА

Кафедра радиотехнических систем

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

Б1.В.02 «Цифровая обработка изображений»

Направление подготовки – 11.04.01 «Радиотехника»

ОПОП академической магистратуры

«Радиоэлектронные системы и устройства локации, навигации и управления»

Квалификация (степень) выпускника – магистр

Форма обучения – очная, очно-заочная

Рязань, 2025 г.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций в процессе выполнения практических занятий:

- 41%-60% правильных ответов соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования;
- 61%-80% правильных ответов соответствует продвинутому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования;
- 81%-100% правильных ответов соответствует эталонному уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования.

Сформированность уровня компетенций не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен, оцениваемый по принятой в ФГБОУ ВО «РГРТУ» четырехбалльной системе: «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично».

Критерии оценивания промежуточной аттестации представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Критерии оценивания промежуточной аттестации (практические занятия, экзамен)

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	студент должен: продемонстрировать общее знание изучаемого материала; знать основную рекомендуемую программой дисциплины учебную литературу; уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; уметь устранить допущенные погрешности в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий под руководством преподавателя, либо (при неправильном выполнении практического задания) по указанию преподавателя выполнить другие практические задания того же раздела дисциплины.
«не зачтено»	ставится в случае: незнания значительной части программного материала; не владения понятийным аппаратом дисциплины; существенных ошибок при изложении учебного материала; неумения строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумения делать выводы по излагаемому материалу. Оценка «не зачтено» также ставится студентам, которые не выполнили и защитили лабораторные работы и практические занятия, предусмотренные рабочей программой.
«отлично»	«Отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-

Шкала оценивания	Критерии оценивания
	программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.
«хорошо»	«Хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.
«удовлетворительно»	«Удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.
«не удовлетворительно»	«Неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

КОМПЕТЕНЦИИ

ПК-1.1:	Организует и проводит математическое моделирование, эксперименты и испытания систем бортового оборудования по направлениям, автономно и в составе комплекса
	<u>Знать:</u> принципы работы сенсоров формирования цифровых изображений в бортовом оборудовании; математические основы принципов дискретизации и квантования непрерывных изображений. <u>Уметь:</u> обосновывать выбор инструментов для повышения объективных показателей качества цифровых изображений, формируемых оптико-электронными системами бортового оборудования. <u>Владеть:</u> навыками реализации на языках программирования алгоритмов обработки изображений для систем, применяемых в бортовом оборудовании.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

	<u>Знать:</u> - принципы работы сенсоров формирования цифровых изображений в бортовом оборудовании; математические основы принципов дискретизации и квантования непрерывных изображений <u>Уметь:</u> - обосновывать выбор инструментов для повышения объективных показателей качества цифровых изображений, формируемых оптико-электронными системами бортового оборудования <u>Владеть:</u> - навыки реализации на языках программирования алгоритмов обработки изображений для систем, применяемых в бортовом оборудовании
--	--

Вопросы к экзамену

1. Сенсоры CCD.
2. Сенсоры CMOS.
3. Интерфейсы цифровых камер.
4. Цветные и полутоновые камеры. Шаблон Байера.
5. Линейное и пространственное сканирование. Биннинг.
6. Показатели качества цифровых изображений.
7. Теорема Котельникова для двумерных сигналов. Спектр цифрового изображения.
8. Построение гистограммы полутонового изображения, линейное контрастирование.
9. Эквализация гистограммы.
10. Гамма-коррекция.
11. Линейные фильтры для НЧ фильтрации изображения.

- 12.Линейные фильтры выделения границ.
- 13.Нелинейные фильтры: медианный, адаптивный медианный.
- 14.Бинаризация изображений. Выбор порога бинаризации по Отцу.
- 15.Критерий Джонсона при обнаружении оператором объектов на изображении.
- 16.Сенсоры камер инфракрасного диапазона оптического спектра.
- 17.Сравнительная характеристика видимого и инфракрасных диапазонов оптического спектра.
- 18.Алгоритмы комплексирования цифровых полутоновых мультиспектральных изображений.

Примеры заданий для проведения практических занятий

Тема 1

Finish the definition: Full well capacity is the...

- a. Gate capacitance of CCD or CMOS element at the maximum voltage in pF
- b. Maximum number of electrons that register a signal in a pixel
- c. Gate capacitance of CCD or CMOS element at the maximum voltage in nF
- d. Maximum number of electrons that register a signal in a whole camera matrix

Visible light bandwidth is ...

- a. 200 – 400 nm
- b. 200 – 1100 nm
- c. 400 – 750 nm
- d. 750 – 1100 nm

Finish the definition: Quantum efficiency is ...

- a. the number of light quants falling on the camera sensor per one second
- b. the number of light quants falling on the camera sensor per one microsecond
- c. the ratio of light that the sensor converts into charge
- d. camera efficiency measured in light quants

If for every 50 photons hitting a pixel, 15 electrons are released, then the sensor quantum efficiency (in percent) is equal...

Wavelengths from 500 nm to 550 nm corresponds to ...

- a. red color
- b. yellow color
- c. green color
- d. cyan color
- e. orange color

Bit depth of 14 bit resolution camera is equal ...

Frame Grabber required with

- a. only analog cameras
- b. both digital and analog cameras
- c. only digital cameras

Analog gain and offset parameters can be adjusted ...

- a. both variants are possible
- b. only after the analog to digital conversion
- c. only before the analog to digital conversion

You can choose your own frame rate and your own resolution for

- a. analog cameras
- b. digital cameras

Advanced feature(s) of digital cameras is (are) ...

- a. Time stamp on image
- b. Partial scan
- c. Frame counter
- d. All of the above is correct

Quantization noise is minimal for

- a. 10 bit ADC
- b. 8 bit ADC
- c. 12 bit ADC

If camera temperature increases from 12°C to 36°C, then the dark current increases by ... times

In low light conditions for image quality increasing is more preferable ...

- a. increase the camera gain
- b. increase the camera exposure

The vast majority of vision systems cameras are

- a. color cameras
- b. greyscale cameras

Dynamic range is ...

- a. the measure of how well a camera can represent details when both bright and dark areas are present

- b. the number of signal electrons from light for one pixel
- c. the ratio of good signal caused by light to unwanted noise

Camera Interface with maximum bandwidth is ...

- a. GigE Vision
- b. IEEE1394b
- c. Camera Link
- d. USB3 Vision
- e. IEEE1394a

What interface has the maximum cable length?

- a. GigE Vision
- b. IEEE1394b
- c. Camera Link
- d. USB3 Vision
- e. IEEE1394a

What interface is ideal for multiple cameras setup?

- a. GigE Vision
- b. IEEE1394b
- c. Camera Link
- d. USB3 Vision
- e. IEEE1394a

What interface is ideal for Plug & Play solution (no configuration or multiple vendor software needed – PC operating system manager binds camera automatically)?

- a. GigE Vision
- b. IEEE1394b
- c. Camera Link
- d. USB3 Vision
- e. IEEE1394a

What interface use high speed modified parallel LVDS interface?

- a. GigE Vision
- b. IEEE1394b
- c. Camera Link
- d. USB3 Vision
- e. IEEE1394a

Finish the definition: The physical combining of charges between pixels during readout is ...

- a. pixel fusion

- b. quantum efficiency
- c. area scan
- d. binning

A separate CCD for each color uses solution for color camera

- a. 2-CCD (double Bayer)
- b. 1- CCD (Bayer)
- c. 3- CCD (with R-, G- and B-color filters)

Bayer Pattern has ...

- a. 50 % red pixels, 25 % green pixels, 25 % blue pixels
- b. 33.33 % red pixels, 33.33 % green pixels, 33.33 % blue pixels
- c. 25 % red pixels, 25 % green pixels, 50 % blue pixels
- d. 25 % red pixels, 50 % green pixels, 25 % blue pixels

One of main advantages of line scan sensors is ...

- a. Bayer pattern
- b. very short integration times
- c. high illumination intensity for shooting

For semiconductor wafer inspection, food sorting and film scanning using of sensors is more preferable.

- a. Line scan
- b. Color 3-CCD
- c. Area scan

Тема 2

1) Заполнить массив **Img0** данными о яркости пикселей полутонового изображения *Lenna*.

2) Построить гистограмму для изображения **Img0** и отобразить её графически.

3) Получить перекодировочную таблицу. Выполнить эквализацию. Записать результат в массив **ImgEqual**. Построить гистограмму **ImgEqual**. Отобразить результат эквализации и его гистограмму.

4) Найти максимальное и минимальное значение массива **Img0**. Выполнить линейное контрастирование. При контрастировании для каждого пикселя выполнять проверку результата на превышение им значения 255: в случае превышения присвоить результату значение 255. Записать результат в массив **ImgLinContr**. Построить гистограмму **ImgLinContr**. Отобразить результат контрастирования и его гистограмму.

5) Повторить п. 4) для случая нелинейного контрастирования, установив минимальное и максимальное значение таким образом, чтобы они обеспечивали

значение процентиля $p = 0,1 \%, 0,5 \%$ и 1% . Записать результаты в файлы **ImgLinContr_p**. Объяснить различия в результатах контрастирования.

б) Выполнить гамма-коррекцию изображения **Img0** для $\gamma = 1/1,4, 1/1,8$ и $1/2,2$, предварительно получив для каждого параметра γ характеристики преобразования (перекодировочные таблицы) $f_{\gamma}[k]$, $k = 0..255$, для быстрой обработки полутоновых изображений. Визуализировать характеристики преобразования. Записать результаты в изображения **ImgGammaCorr**. Построить гистограммы и результаты коррекции. Объяснить их различия.

Тема 3

1) Заполнить массив **Img0** данными о яркости пикселей полутонового изображения *Lenna*.

2) Добавить к пикселям изображения отсчеты аддитивного БГШ с СКО $\sigma = 15$.

3) Реализовать:

- а) линейный фильтр Гаусса с апертурой 3×3 ;
- б) линейный фильтр Гаусса с апертурами 3×1 и 1×3 ;
- в) линейный фильтр Гаусса с апертурой 5×5 ;
- г) линейный Вох-фильтр с апертурой 3×3 ;
- д) линейный Вох-фильтр с апертурой 5×5 .

4) Выполнить сравнение результатов фильтрации из п. 3) и визуализировать их. Убедиться в том, что для нелинейных фильтров принцип разделимости не справедлив, сопоставив результаты фильтрации для 3, б) при смене порядка фильтрации.

5) Оценить коэффициент подавления шума для каждого типа линейного фильтра а)-д) из п. 3).

Тема 4

1) Заполнить массив **Img0** данными о яркости пикселей полутонового изображения *Lenna*.

2) Добавить к пикселям изображения отсчеты импульсного шума типа «соль+перец» с вероятностью поражения пикселя $0,1 \%$.

3) Реализовать:

- а) нелинейный медианный фильтр с апертурой 3×3 ;
- б) нелинейный медианный фильтр с апертурами 3×1 и 1×3 ;
- в) нелинейный медианный фильтр с апертурой 5×5 ;
- г) адаптивный нелинейный медианный фильтр с апертурой 5×5 .

4) Выполнить сравнение результатов фильтрации из п. 3) и визуализировать их. Убедиться в том, что для нелинейных фильтров принцип разделимости не справедлив, сопоставив результаты фильтрации для 3, б) при смене порядка фильтрации.

5) Оценить коэффициент подавления шума для каждого типа фильтра из п. 3).

6) Повторить п. 1) для импульсного шума типа «соль+перец» с вероятностью поражения пикселя 0,5 % и 1%.

7) Повторить п. 1) для изображения без шума. Сделать вывод о подавлении фильтром высокочастотной составляющей изображения.

Тема 5

1) Заполнить массив **Img0** данными о яркости пикселей полутонового изображения *Lenna*.

2) Реализовать алгоритм выбора порога по Отцу и применить его к изображению **Img0**. Визуализировать результат бинаризации.

3) Составить программу для оценки предельной дальности обнаружения на бинарном изображении объекта для критерия Джонсона. Входными параметрами программы должны являться: разрешение камеры, угловые поля зрения, линейные размеры объекта, вероятность правильного обнаружения.

4) Построить зависимости дальности обнаружения от:

а) линейных размеров объекта;

б) разрешения камеры.

Тема 6

1) Загрузить пару изображений видимого (TV_i) и ИК (IR_i) диапазонов для своего номера варианта i из каталога *Multispectral_2*.

2) Реализовать алгоритм комплексирования по методу:

а) среднего арифметического;

б) добавления отличий в ВЧ области;

в) PCA.

3) Визуализировать результаты комплексирования.

4) Загрузить тройки изображений видимого (TV_i), коротковолнового ИК ($SWIR_i$) и длинноволнового ИК ($SWIR_i$) диапазонов для своего номера варианта i из каталога *Multispectral_3*.

5) Реализовать алгоритм комплексирования по методу:

а) среднего арифметического;

б) добавления отличий в ВЧ области;

в) PCA.

6) Визуализировать результаты комплексирования.

Составил

к.т.н., доцент кафедры РТС

/ И.С. Холопов /

